



**Guilherme Fialho Costa Pocinho**

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

## **Análise e melhoria do processo de *order-picking* num sistema produtivo: caso de estudo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Alexandra Tenera  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutor Rogério Salema de Araújo Puga Leal  
Vogais: Doutora Ana Paula Ferreira Barroso e  
Doutora Alexandra Maria Baptista dos Ramos Tenera



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro 2013**



Universidade Nova de Lisboa  
Faculdade de Ciências e Tecnologia

# **Análise e melhoria do processo de *order-picking* num sistema produtivo: caso de estudo**

**Guilherme Fialho Costa Pocinho**

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Alexandra Tenera Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

**Setembro 2013**



## **Análise e melhoria do processo de *order-picking* num sistema produtivo: caso de estudo**

Copyright © Guilherme Fialho Costa Pocinho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

A presente dissertação encontra-se redigida ao abrigo do novo Acordo Ortográfico.



*À minha Mãe pelo seu amor e ensinamentos.*





## **Agradecimentos**

À minha orientadora, a Professora Doutora Alexandra Tenera, agradeço a disponibilidade demonstrada, as sugestões e o apoio prestado, fundamental para o desenvolvimento da presente dissertação.

À Fábrica de Transformadores *Siemens*, na pessoa do Eng.<sup>o</sup> Rui Soares, pela oportunidade de realizar este estudo.

À Eng.<sup>a</sup> Ana Violante e Eng.<sup>a</sup> Fernanda Canelas, pela troca de sugestões e disponibilidade para fornecimento de informações, fundamentais à realização do estudo.

Aos colaboradores Carlos Antunes e Diogo Duarte, pela disponibilidade, paciência e explicações prestadas durante a realização do estudo.

Aos restantes colaboradores da Fábrica de Transformadores *Siemens* que contribuíram para a realização deste estudo, através do esclarecimento de dúvidas ou da partilha de informação.

À minha mãe, à minha família e aos meus amigos pelo carinho, incentivo e motivação que me deram ao longo destes anos.



## Resumo

Na presente dissertação procedeu-se à análise e melhoria do processo de *order-picking* da Fábrica de Transformadores *Siemens*. O estudo realizado pretendeu melhorar o sistema logístico de abastecimento da produção da fábrica. Como tal, começou-se por estudar os processos existentes em armazém, pois é aqui que ocorre a maioria dos processos logísticos, bem como o abastecimento de material à produção. Na análise efetuada, verificou-se que o abastecimento à produção ocorria maioritariamente a partir do processo de *order-picking*. Sendo assim, foi necessário analisar os diferentes processos e os métodos executados em armazém, em particular os de auxílio ao *order-picking*, para identificar os seus desperdícios. Detetaram-se vários fatores que podiam ser melhorados no *order-picking*, nomeadamente, a arrumação dos artigos em armazém, a lista de *picking* e as excessivas deslocações durante o processo de *order-picking*.

Em relação à arrumação dos artigos em armazém, realizou-se um levantamento das atuais localizações das referências. Posteriormente propôs-se uma nova forma de arrumação dos artigos no armazém com base no método de armazenagem por classes, tendo como critério de arrumação o número de vezes que essa referência foi encomendada. Foi ainda proposta a utilização de uma nova lista de *picking*, de um novo sistema de identificação dos locais de armazenagem e de um sistema de gestão de armazéns. Estas propostas têm em vista a redução das deslocações efetuadas pelo operador durante a recolha dos artigos, em que os artigos depois de recolhidos no armazém serão entregues na área de produção dos transformadores. Como tal, foi ainda realizada uma análise aos artigos que aguardam por utilização na produção e propostas soluções para reduzir o tempo de permanência dos artigos na produção e corrigir eventuais erros na sua armazenagem.

**Palavras-Chave:** *Order-picking*, armazenagem, logística interna, análise ABC, sistema produtivo.



## **Abstract**

The current dissertation analyzes and develops the process of order-picking on the Siemens transformer factory. This study's goal was to improve the logistical and production supplying systems to the factory, so the starting point was the study the existing processes on the warehouse, where most of the logistical processes takes place as well as the supplying of production material. According to the results of the analysis, it was verified that the production supplying was mostly a result of the order-picking activity. Therefore, it became necessary to analyze the different processes and methods on the warehouse, in particular the picking, in order to identify its wastes. Several factors which could be improved in order-picking were noticed, such as item storage on the warehouse, picking list and material transportation.

Regarding the item storage, a survey of the current reference locations was conducted, it was then proposed a new way of storing these items based on class storage which criteria was the number of times a given reference has been ordered. Additional propositions were the use of a new picking list, a new system that identifies the storage location and a warehouse management system; these proposals are aimed to reduce the operator's displacements when collecting the items. After collected at the warehouse, the items are then delivered to the transformers production area, because of that an analysis was conducted to the items awaiting its use in production and a proposal was delivered in order to reduce the time these items stayed in production and fix possible errors in their storage.

**KeyWords:** *Order-picking, warehousing, internal logistics, ABC analysis, production system.*



## Índice

Capítulo 1 - Introdução .....	1
1.1. Enquadramento do estudo .....	1
1.2. Objetivos do estudo.....	1
1.3. Metodologia proposta.....	2
1.4. Estrutura da dissertação .....	3
Capítulo 2 - Armazenagem e <i>order-picking</i> .....	5
2.1. Armazenagem .....	6
2.1.1. <i>Lean</i> na Armazenagem .....	9
2.1.2. Sistema de gestão de armazéns.....	11
2.2. <i>Order-Picking</i> .....	13
2.2.1. Conceção de um sistema de <i>order-picking</i> .....	15
2.2.2. Métodos de auxílio ao <i>order-picking</i> .....	17
2.2.3. Informação no <i>order-picking</i> .....	29
Capítulo 3 - Modelo de estudo proposto .....	33
3.1. Etapa Inicial (I) .....	36
3.2. Etapa de Seleção (S) .....	38
3.3. Etapa de Avaliação (A).....	39
Capítulo 4 - Implementação do modelo proposto: caso de estudo.....	41
4.1. Apresentação da empresa .....	41
4.1.1. <i>Siemens</i> em Portugal .....	41
4.1.2. Fábrica de Transformadores do Sabugo .....	43
4.2. Descrição dos processos no Armazém.....	47
4.2.1. Receção e armazenamento de materiais .....	50
4.2.2. Comissionamento de material ( <i>Order-Picking</i> ) .....	55
4.3. Diagnóstico e resultados a melhorar no Armazém .....	56
4.4. Propostas de melhoria no Armazém .....	63
4.4.1. Especificação dos métodos de auxílio ao <i>order-picking</i> .....	64
4.4.2. Especificação do WMS e informação no <i>order-picking</i> .....	68
4.5. Descrição dos processos na Produção.....	72
4.6. Diagnóstico aos artigos na Produção .....	75

4.7. Proposta de melhorias para os artigos na Produção .....	78
4.8. Síntese dos resultados .....	80
Capítulo 5 - Conclusões e desenvolvimentos futuros .....	83
5.1. Conclusões .....	83
5.2. Sugestões para desenvolvimentos futuros .....	84
Referências bibliográficas .....	85
Anexos .....	89
Anexo A - <i>Layout</i> geral da armazenagem na Fábrica do Sabugo. ....	91
Anexo B - Lista técnica de um transformador LDT. ....	93
Anexo C - Gráfico de análise da atividade de <i>picking</i> . ....	95
Anexo D - Análise ABC aos artigos da área de comissionamento. ....	97
Anexo E - Custo estimado das sobras da fase de pré-montagem. ....	101
Anexo F - Custo estimado dos artigos para expedição, na fase de montagem. ....	103



## Índice de figuras

Figura 1.1 - Metodologia adotada na presente dissertação.....	3
Figura 2.1 - Processos de armazenagem. ....	7
Figura 2.2 - Vantagens de um WMS.....	12
Figura 2.3 - Percentagem dos tempos típicos na recolha de artigos em armazém. ....	14
Figura 2.4 - Esquema do modelo de conceção de um sistema de <i>order-picking</i> . ....	16
Figura 2.5 - Fluxograma para implementação da armazenagem aleatória. ....	19
Figura 2.6 - Variação do COI, consoante as variações das encomendas e do volume. ....	19
Figura 2.7 - Fluxograma para implementação da armazenagem baseada na procura. ....	20
Figura 2.8 - Duas formas comuns de implementar a armazenagem por classes. . ....	21
Figura 2.9 - Fluxograma para implementação da armazenagem por classes.....	22
Figura 2.10 - Fluxograma para implementação da armazenagem com localização mais próxima. .....	22
Figura 2.11 - Fluxograma para implementação da armazenagem dedicada. ....	23
Figura 2.12 - Exemplos de rotas. ....	28
Figura 2.13 - Sistema de identificação dos locais de armazenagem.....	31
Figura 2.14 - Resumo dos diferentes métodos de auxílio ao <i>order-picking</i> . ....	32
Figura 3.1 - Esquema de análise para a implementação de melhorias na armazenagem e <i>picking</i> . ....	34
Figura 3.2 – Proposta do modelo em estudo. ....	35
Figura 3.3 - Significado dos símbolos utilizados no gráfico de análise. ....	38
Figura 3.4 - Processo para análise e seleção dos métodos mais adequados ao sistema. ....	40
Figura 4.1 - Estrutura organizativa da Siemens e receitas anuais em 2012 por setor. ....	42
Figura 4.2 - Valores, visão e estratégia da <i>Siemens AG</i> . ....	42
Figura 4.3 - Setores e empresas da Siemens em Portugal. ....	43
Figura 4.4 - Vista área das instalações da fábrica de transformadores do Sabugo. ....	44
Figura 4.5 - Fase I-1 da etapa inicial do modelo.....	45
Figura 4.6 - Transformador de potência <i>Siemens</i> .....	46
Figura 4.7 - Fase I-2 da etapa inicial do modelo.....	47
Figura 4.8 - <i>Inputs</i> , processos e <i>outputs</i> do departamento de Logística da fábrica do Sabugo. ....	48
Figura 4.9 - Corredor localizado na área de comissionamento de material. ....	49
Figura 4.10 - Exemplo de como são identificadas as estantes.....	49
Figura 4.11 - <i>Layout</i> do armazém. ....	50
Figura 4.12 - Fluxograma com as operações realizadas na receção de mercadoria. ....	52
Figura 4.13 - Exemplo de identificação do material. ....	54
Figura 4.14 - Caixas de arrumação dos artigos em armazém. ....	54
Figura 4.15 - Fase I-3 da etapa inicial do modelo.....	56
Figura 4.16 - Lista técnica de um transformador DT, utilizada na atividade de picking. ....	57
Figura 4.17 - Diagramas esparguete do comissionamento de material à obra. ....	58
Figura 4.18 - Vista de frente e lateral das estantes. ....	59

Figura 4.19 - Fluxograma com as operações realizadas no comissionamento de materiais. ....	61
Figura 4.20 - Diagrama com a distribuição dos artigos na área de comissionamento. ....	63
Figura 4.21 - Fluxograma após as melhorias no comissionamento de material à obra. ....	64
Figura 4.22 - Fase S-1 da etapa de seleção do modelo. ....	65
Figura 4.23 - Curva da análise ABC .....	66
Figura 4.24 - Tempos de deslocação do operador a cada uma das estantes. ....	67
Figura 4.25 - Fase S-2 da etapa de Seleção do modelo. ....	68
Figura 4.26 - Proposta de uma nova lista de <i>picking</i> . ....	69
Figura 4.27 - Proposta de etiqueta para as estantes de armazenamento. ....	70
Figura 4.28 - Proposta de colocação de etiquetas nas estantes de armazenamento. ....	70
Figura 4.29 - Sistema de identificação proposto para as estantes de parafusaria e M18. ....	71
Figura 4.30 - Diagrama representativo do fluxo de materiais. ....	72
Figura 4.31 - Centro de trabalho onde ocorre a bobinagem. ....	73
Figura 4.32 - Centro de trabalho onde é montada a parte ativa do transformador. ....	74
Figura 4.33 - Fase I-4 da etapa inicial do modelo. ....	75
Figura 4.34 - Excerto do “Impresso de planeamento semanal de 2013” para os projetos BASF e Tarfaya. ....	76
Figura 4.35 - Fase S-3 da etapa de seleção do modelo. ....	79

## Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Descrição dos diferentes tipos de armazém (Fonte: Adapt. de Frazelle, 2002). ....	7
Tabela 2.2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de armazenagem.....	24
Tabela 2.3 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos para a recolha de artigos.....	26
Tabela 4.1 - Tarefas de cada Colaborador do departamento de Logística. ....	51
Tabela 4.2 - Desperdícios detetados, motivos e propostas de melhoria. ....	60
Tabela 4.3 - Resultados da análise ABC. ....	65
Tabela 4.4 - Subprocessos da Pré-Montagem e respetivos tempos de passagem. ....	74
Tabela 4.5 - Subprocessos do Tratamento e respetivos tempos de passagem.....	74
Tabela 4.6 - Subprocessos da Montagem e respetivos tempos de passagem. ....	75
Tabela 4.7 - Artigos em sobra que se encontravam nos carros de obra. ....	77
Tabela 4.8 - Apresentação dos custos totais dos artigos recolhidos para onze CO. ....	78
Tabela 4.9 - Propostas de melhoria na Produção e seus resultados. ....	80
Tabela 4.10 - Propostas de melhoria no armazém e seus resultados.....	81



## **Lista de abreviaturas**

**CO** - Carro de Obra

**COI** - *Cube-per-order-index*

**DT** - *Distribution Transformer*

Transformador de distribuição

**ERP** - *Enterprise Resource Planning*

Planeamento de recursos empresariais

**FIFO** - *First In First Out*

O primeiro a entrar é o primeiro a sair

**JIT** - *Just in Time*

**LDT** - *Large Distribution Transformer*

Transformador de grande distribuição

**MRP** - *Material Requirement Planning*

Planeamento das necessidades de material

**PC** - *Personal Computer*

Computador pessoal

**PP** - Porta-paletes

**PT** - *Power Transformer*

Transformador de potência

**SAP** - *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*

Sistemas, aplicativos e produtos para processamento de dados

**SLS** - Sistema Localizador de *Stock*

**WMS** - *Warehouse Management System*

Sistema de gestão de armazéns



# Capítulo 1 - Introdução

## 1.1. Enquadramento do estudo

Hoje em dia, as empresas procuram melhorar e otimizar os seus processos logísticos internos, de modo, a eliminar todas as tarefas que não acrescentam valor ao produto final. A logística interna está relacionada com a armazenagem, em que é frequente serem executados vários processos logísticos tais como: a receção de material, armazenagem, *order-picking*, abastecimento de linhas de produção, entre outros, sendo importante analisar todas as áreas sobre as quais a logística recai, para se identificar oportunidades de melhoria e de redução de custos.

A armazenagem tem um papel importante nas empresas, se for bem gerida, os seus processos melhorados e as suas atividades bem desempenhadas é possível aumentar a sua produtividade e eficiência, reduzir o tempo das operações e prazos de entrega e assim, aumentar a satisfação dos clientes e reduzir custos.

O processo de *order-picking* consiste em recolher um conjunto de artigos no armazém, de modo a satisfazer os pedidos dos clientes. Este processo é responsável por uma parte significativa dos custos associados à armazenagem e tem um grande impacto nos custos de logística e no nível de serviço prestado ao cliente. Deve-se por isso, minimizar o tempo total de recolha de artigos, melhorar a utilização do espaço, equipamentos e acessibilidade de todos os artigos. Posto isto, as empresas têm como objetivo reduzir o tempo de deslocação e a distância total de um trajeto de *picking* e redefinir o *layout* do armazém, de modo a minimizar distâncias e custos.

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de um projeto de colaboração com a Fábrica de Transformadores da *Siemens*, localizada no Sabugo. O estudo proposto pela empresa visava aliar os conhecimentos teóricos com os recursos e as práticas em uso na fábrica, no sentido de se conseguir identificar e potenciar melhorias para os atuais sistemas produtivos e de apoio à produção. Deste modo, a escolha do tema foi feita de acordo com as necessidades da empresa e incidiu na melhoria do sistema logístico de abastecimento da produção e particularmente focalizado no *order-picking*. Pretendendo-se avaliar o sistema logístico de abastecimento à produção e definir um plano de ações de modo a melhorar e aumentar a produtividade da área em estudo.

## 1.2. Objetivos do estudo

O principal objetivo da logística interna da Fábrica do Sabugo é o abastecimento de material à produção, o material deve ser recolhido e entregue nos locais de utilização, no tempo certo e

utilizando o mínimo de recursos possível. O abastecimento deve ser executado de forma a evitar destabilizações na cadência produtiva e atrasos na produção. Posto isto, verificou-se que o processo principal de abastecimento à produção é o *order-picking*, executado no armazém da fábrica. Neste sentido, a presente dissertação focar-se-á na organização do *order-picking* e nas suas diversas vertentes, nomeadamente na atribuição de um local de armazenagem para cada artigo, métodos para a recolha de artigos, gestão da informação, incluindo o levantamento e análise aos artigos que se encontram na produção. Pretendendo-se que o menor número de artigos permaneça o menor tempo possível na produção, garantindo no entanto o fornecimento dos materiais certos, nas quantidades necessárias, no prazo certo, de modo a utilizar os recursos da melhor maneira possível e evitar defeitos e quebras na produção. Ou seja, abastecer a produção no momento em que a matéria-prima tiver que ser transformada com o menor desperdício possível.

### **1.3. Metodologia proposta**

De forma a atingir os objetivos específicos apresentados, o estudo realizado desenvolveu-se em várias etapas resumidas na figura 1.1. Inicialmente, para investigar o que está a ser feito atualmente nas áreas em estudo e aprofundar os conhecimentos nessas áreas, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre os temas e os conceitos associados à armazenagem e ao *order-picking*. A pesquisa para a revisão bibliográfica teve como base a análise de vários artigos científicos identificados, relacionados com os temas acima referidos. O uso de artigos permitiu aceder a informação e a descobertas recentes nas respetivas áreas, acessíveis integralmente em várias bases de dados eletrónicas, tais como: B-On (biblioteca do conhecimento online), ISI *Web of Knowledge*, *Science Direct*, como exemplos. Por forma a complementar a pesquisa e a informação recolhida nos artigos, foram ainda consultados livros fundamentando e evidenciando a proposta de estudo.

No segundo passo desenvolveu-se um modelo de estudo, que permitiu aplicar os conceitos teóricos identificados ao caso de estudo, analisar o estado atual de funcionamento do armazém e *order-picking* da fábrica, bem como, identificar e selecionar as soluções mais adequadas para o caso de estudo.

No terceiro passo procedeu-se à caracterização atual da empresa e da fábrica, à recolha e análise de informação e identificou-se os processos que podem ser melhorados na logística interna da fábrica, principalmente, o funcionamento do armazém e o processo de abastecimento da produção. Pretendendo-se, também, avaliar o processo de *order-picking*, realizado no armazém o qual está diretamente relacionado com o abastecimento da produção. Para avaliar e caracterizar o estado atual de funcionamento da fábrica recorreu-se a várias visitas às instalações, investigação documental, entrevistas aos colaboradores e observação direta para obtenção dos dados relevantes na avaliação do estado presente da fábrica.



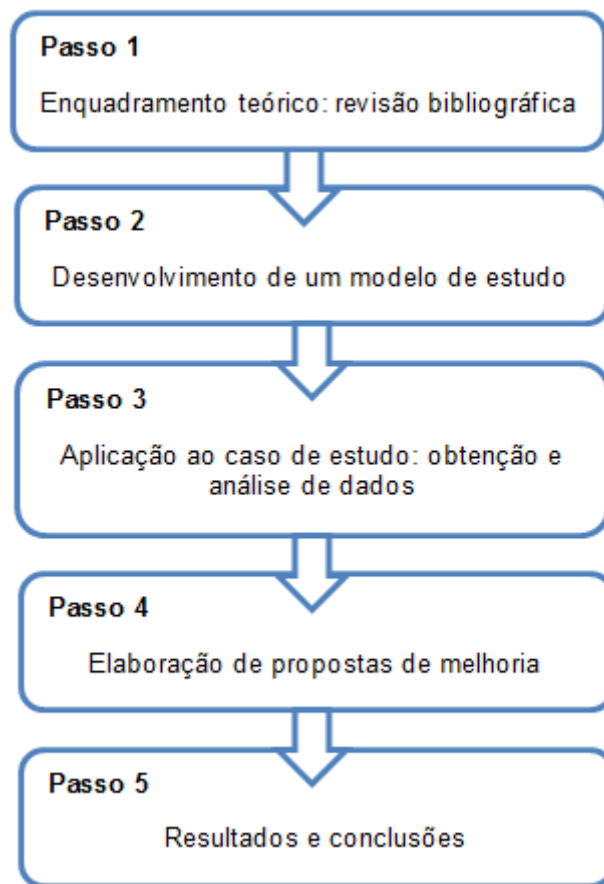


Figura 1.1 - Metodologia adotada na presente dissertação.

No quarto passo procedeu-se à identificação de oportunidades de melhoria para o processo de *order-picking* e para todas as operações envolvidas, redefiniram-se os métodos ajustando-os ao sistema em análise, no sentido de melhorar o seu funcionamento.

Por último, procedeu-se então à análise de resultados e respetivas conclusões do estudo realizado.

#### 1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em seis capítulos. O primeiro capítulo é introdutório e pretende dar a conhecer ao leitor o âmbito do trabalho, seu enquadramento, os objetivos do estudo, a metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, no qual são abordados os conceitos teóricos alusivos aos temas da armazenagem e do *order-picking*. No subcapítulo da Armazenagem, para além de descritas as suas características e as diversas atividades realizadas num armazém são, também, abordados os temas do *Lean* na armazenagem e os sistemas de gestão de armazéns. O subcapítulo do *Order-Picking* está dividido em três temas, são eles: uma síntese para a conceção de um sistema de *order-picking*, métodos de auxílio ao

*order-picking*, do qual fazem parte vários métodos que auxiliam o processo, bem como informação no *order-picking*.

No terceiro capítulo é apresentado o modelo de estudo que se divide em três etapas, etapa inicial, de seleção e de avaliação. Apenas a etapa inicial e de seleção foram ensaiadas no caso de estudo. O modelo foi desenvolvido, tendo por base o modelo de Dallari, Marchet & Melacini (2009), com o intuito de estudar e atingir os objetivos delineados.

No quarto capítulo, intitulado de “Implementação do modelo proposto: caso de estudo”, é feita a apresentação da empresa *Siemens* e da Fábrica de Transformadores do Sabugo. São, também, descritos os processos logísticos e o estado atual do armazém, bem como as diferentes fases de produção dos transformadores. Apresentam-se os resultados das análises efetuadas, os pontos a melhorar e as respetivas propostas de melhoria, com foco na atividade de *picking* e nos artigos que se encontram na produção. Por fim, encontram-se ainda sintetizados os principais resultados alcançados no estudo.

No capítulo cinco, são apresentadas as principais conclusões do estudo incluindo algumas sugestões para futuros desenvolvimentos.

A presente dissertação termina com as referências bibliográficas utilizadas ao longo da dissertação e seus anexos, nomeadamente: o *layout* geral da armazenagem na Fábrica do Sabugo; a lista técnica de um transformador LDT; o gráfico de análise da atividade de *picking*; a análise ABC aos artigos da área de comissionamento; o custo estimado das sobras da fase de pré-montagem; bem como, o custo estimado dos artigos para expedição, na fase de montagem.

## Capítulo 2 - Armazenagem e *order-picking*

O propósito deste capítulo é dar a conhecer os fundamentos teóricos necessários para compreender o desenvolvimento da dissertação, de acordo com os objetivos estabelecidos. Este capítulo é, então, dividido em dois subcapítulos: Armazenagem e *Order-Picking*. Cada subcapítulo aborda, resumidamente, os principais conceitos e características de cada uma das áreas mencionadas.

A logística é um conceito que tem sido utilizado na sociedade desde sempre. No entanto, teve principal destaque na segunda guerra mundial, onde o principal objetivo era garantir o abastecimento, a movimentação e a manutenção das forças armadas.

A logística sempre foi fundamental para atividades como a produção, a armazenagem e a movimentação de produtos. Porém, só a partir da segunda metade do século XX é que as empresas compreenderam e reconheceram a importância e o impacto que a logística pode ter na obtenção de vantagem competitiva. Atualmente a logística desempenha um papel importante no sucesso de muitas e diferentes operações e organizações.

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals*, a logística é: “a parte da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla o fluxo e a armazenagem eficiente de produtos e serviços bem como a informação relacionada, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com o propósito de satisfazer os requisitos dos clientes” (Taylor, 2008).

O principal objetivo da logística de acordo com D. F. Ross (2004), é obter o produto certo, na quantidade e qualidade certas, no local certo, no tempo certo e no custo certo, para atender às necessidades do cliente. A logística é responsável pelo fluxo de matérias-primas e de informação, mas também pela movimentação e transporte de produtos acabados desde a produção até ao consumidor final. Assim, a logística incorpora todas as ações que ajudam a mover o produto desde a fonte da matéria-prima, passando por cada nó da cadeia de abastecimento (formada pelos fornecedores, armazéns, centros de distribuição e pontos de venda), até ao cliente final (Renko & Ficko, 2010).

Segundo Rushton, Croucher & Baker (2010), a gestão da logística recai sobre as seguintes áreas:

- transporte de mercadorias,
- armazenagem,
- manuseamento de materiais,
- gestão de *stocks*,
- localização de instalações,

- processamento de encomendas,
- *marketing*,
- serviço ao cliente.

A armazenagem, o transporte e a gestão de *stocks*, são os três principais fatores nos custos totais da logística. É assim importante as empresas se consciencializarem que os custos logísticos representam uma grande parte dos seus custos, sendo importante reduzi-los através de uma reorganização dos processos logísticos.

## 2.1. Armazenagem

A armazenagem não acrescenta valor ao produto, o seu verdadeiro valor consiste em ter o produto certo, no sítio certo à hora certa. É uma atividade que tem custos associados mas que é “um mal necessário”. Contudo, os armazéns são parte crucial do sistema, da maioria das cadeias de abastecimento em que operam, pois o produto deve estar acessível e protegido (Tompkins & Smith, 1998).

Os armazéns precisam de ser projetados e geridos de acordo com os requisitos específicos da cadeia de abastecimento. Atualmente fatores como o aumento da instabilidade do mercado, o aumento e diversificação da gama de produtos e a redução do tempo de aprovisionamento (*lead time*) por parte dos clientes, têm impacto no desempenho dos armazéns. Devido às características das instalações, dos operadores e dos equipamentos necessários para o bom funcionamento dos armazéns, estes tornam-se muitas vezes dos elementos mais caros da cadeia de abastecimento e, portanto, é fundamental uma boa gestão, tanto em termos de custos como de serviços (Rushton et al., 2010).

Existem vários tipos de armazéns, desde armazéns de produção aos de distribuição. Podem ser classificados de acordo com a função que desempenham ou de acordo com o tipo de artigos que armazenam. De acordo com o tipo de inventário, podem ser: armazéns de matérias-primas, de produtos em vias de fabrico ou ainda de produtos acabados. Os armazéns que se caracterizam de acordo com a sua função ou localização são denominados por: centro de distribuição, armazém local ou armazém de valor acrescentado (A, Subramanya & Rangaswamy, 2012). Na tabela 2.1 encontra-se a caracterização de cada um dos tipos de armazém.

Os armazéns podem, ainda, ser caracterizados de acordo com a sua organização, recursos e processos. A organização de um armazém envolve várias questões relacionadas com o seu funcionamento, tais como, políticas de receção de materiais, políticas de armazenagem e políticas de disposição de materiais no processo de *order-picking*.

Tabela 2.1 - Descrição dos diferentes tipos de armazém (Fonte: Adapt. de Frazelle, 2002).

Tipo de Armazém						
	Matérias-primas	Produtos em vias de fabrico	Produtos acabados	Centro distribuição	Local	Valor acrescentado
Caraterísticas	Armazena produtos classificados como matéria-prima ou componentes de montagem.	Armazena produtos parcialmente processados.	Armazena os produtos acabados, resultantes do processo de fabrico.	Recebem os produtos, das unidades fabris, para serem separados, agrupados e enviados para os clientes.	Localizam-se perto dos clientes com o objetivo de minimizar os tempos e custos de transporte.	Armazena e processa produtos com caraterísticas especiais, tais como, embalagens diferentes, preços especiais e que precisem de ser etiquetados ou devolvidos.
		Abastecem a linha de produção.	Situam-se perto da unidade fabril.	Situam-se num ponto intermédio entre os produtores e os clientes.		

Os recursos referem-se a meios, equipamentos e pessoal necessário para operar num armazém. Incluem sistemas de armazenagem, equipamento de *picking*, equipamento de movimentação de materiais e mão-de-obra que é o recurso mais importante de um armazém, visto que o desempenho dos operadores faz muitas vezes a diferença na qualidade da armazenagem. Os processos de armazenagem, normalmente, são típicos mesmo para diferentes tipos de armazém (Bidgoli, 2010).

O bom funcionamento de um armazém depende do sucesso de cada um dos seguintes processos (ver figura 2.1):

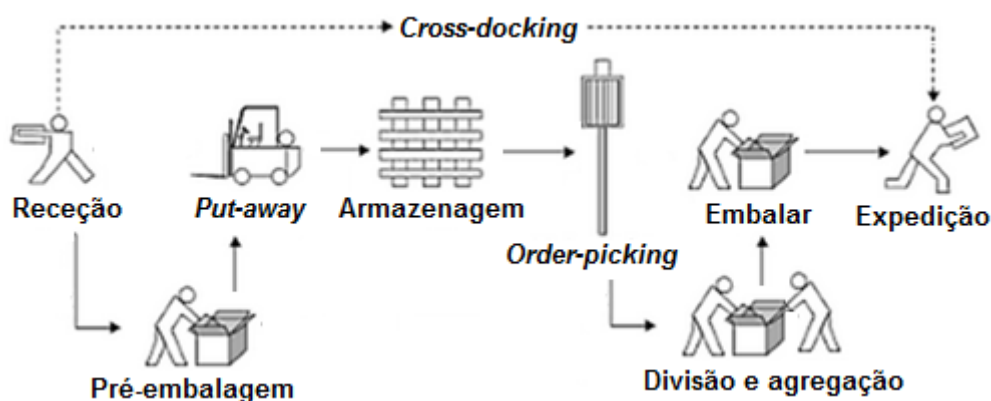


Figura 2.1 - Processos de armazenagem (Fonte: Adapt. de Bigdoli, 2010).

1. Receção de materiais num armazém engloba um conjunto de atividades, tais como, a descarga física de materiais, dar a sua entrada no sistema, atualizar o registo de inventário, verificar e garantir que a qualidade e a quantidade dos materiais está de acordo com o encomendado e por fim, encaminhar os materiais para onde sejam

solicitados, quer seja para o armazém ou para outras áreas da fábrica (Bidgoli, 2010; Frazelle, 2002).

2. Pré-embalagem realiza-se quando os produtos são recebidos no armazém a granel, quer seja matéria-prima ou produto acabado. Posteriormente têm de ser embalados individualmente ou agregados a outros produtos de modo a formar sortidos (Frazelle, 2002).
3. Put-away consiste em colocar os produtos nos locais de armazenagem. Este processo envolve o manuseamento de materiais e a verificação da localização e posição do produto em armazenagem (Frazelle, 2002).
4. Armazenagem consiste na contenção física dos produtos em armazém, enquanto estes aguardam por uma encomenda. O controlo de *stock* e a sua disposição em armazém são as principais funções dos sistemas de armazenagem. Para melhorar a gestão de um sistema de armazenagem é fundamental desenvolver e aplicar métodos consoante as características dos produtos, tais como, o tipo, o tamanho, a quantidade e as características de manuseamento (Bidgoli, 2010).
5. Order-picking é considerado o processo mais importante num armazém (D. F. Ross, 2004). Consiste em recolher os artigos que estão armazenados e entregá-los, no tempo certo e em boas condições, para satisfazer uma procura específica ou os pedidos da produção. Em geral o *order-picking* tende a ser maioritariamente um processo manual. Contudo existem bastantes tecnologias, como sistemas de informação e equipamento, que ajudam a alcançar altos níveis de produtividade e precisão (Rushton et al., 2010).
6. Embalar e/ou etiquetar consiste em embalar ou etiquetar os artigos individualmente, após o *picking*, tal como no processo de pré-embalagem. Os artigos estão disponíveis em qualquer momento, para quando forem necessários, serem agrupados e embalados (Frazelle, 2002).
7. Divisão e agregação é executada após o *picking*, caso conste mais do que um artigo numa encomenda. Os artigos são agrupados em lotes e depois são distribuídos individualmente por cada cliente (Frazelle, 2002).
8. Expedição é o último processo de armazenagem, consiste em verificar se todas as encomendas estão completas, antes de as embalar em contentores apropriados. Inclui também a preparação dos documentos de transporte e por fim o seu embarque nos transportes apropriados (Frazelle, 2002).

9. Cross-docking é o processo em que os produtos rececionados passam diretamente para expedição. Nesta operação os produtos não chegam a ser armazenados, assim, reduz-se os custos de inventário, obtém-se mais espaço na área de armazenagem e reduz-se o tempo de expedição dos produtos (Li, 2007).

Atualmente, devido à elevada concorrência no mercado, os armazéns devem estar empenhados em melhorar continuamente os seus processos. Constantemente surgem novos desafios, tais como, controlos de *stock* mais apertados, menor tempo de resposta e uma maior variedade de produtos. Sendo assim, os armazéns devem estar empenhados em adotar novas filosofias de gestão, tais como *Lean* e *Just-In-Time* (JIT) e/ou optar por implementar novas tecnologias de informação, tais como sistemas de gestão de armazéns (*warehouse management system* - WMS) (Gu, Goetschalckx & McGinnis, 2007).

### **2.1.1. *Lean* na Armazenagem**

O *Just In Time* pode ser definido como o conjunto de atividades designadas para alcançar um alto volume de produção com o mínimo de *stocks* (matérias-primas, produtos em vias de fabrico ou produtos acabados). O objetivo da implementação do JIT é garantir o fornecimento dos materiais certos no prazo certo, utilizando os recursos da melhor maneira possível. Assim, evitam-se filas de espera, encurta-se o tempo do processo e evitam-se defeitos e quebras na produção (Sayer & Williams, 2012). A ideia é produzir e entregar os produtos acabados no momento em que tiverem de ser vendidos; montar um conjunto de peças quando este for necessário no processo a jusante; entregar a matéria-prima no momento em que esta tiver que ser transformada.

Inicialmente, o termo JIT apenas se referia à circulação das matérias-primas, de produtos em vias de fabrico ou de produtos acabados, dentro de um sistema de produção. No entanto, ao longo do tempo, o JIT tornou-se um termo associado à produção *Lean*. Existem dois termos para a filosofia JIT: “*Little* JIT” e “*Big* JIT”. “*Little* JIT” é simplesmente um sistema de programação da produção, que se foca na programação de produtos, *stocks* e fornecimento de serviços onde e quando forem necessários. O principal objetivo do “*Little* JIT” é reduzir o nível de *stocks* para apenas o necessário. “*Big* JIT” representa uma filosofia de gestão de operações que procura eliminar o desperdício em todas as atividades da empresa. Engloba toda a empresa e todos os aspetos do processo, desde a conceção até à venda de um produto; desde a gestão de *stocks* até à relação com os fornecedores. Consiste em criar um sistema que funcione bem com níveis mínimos de *stock*, o mínimo de desperdício, a utilização mínima de espaço e o mínimo de transações. Deve ser um sistema que não seja propenso a perturbações, flexível em termos de variedade e quantidade de produto (Pheng & Dung, 2007).

Os conceitos do “*Lean*” foram introduzidos pela primeira vez por Womack, Jones e Roos em 1990, com o objetivo de descrever a filosofia e as práticas de trabalho dos fabricantes de automóveis japoneses, em particular o Sistema de Produção da *Toyota*. Os mesmos observaram que a filosofia da *Toyota* consistia numa abordagem que se focava na melhoria contínua dos processos e que abrangia uma variedade de ferramentas e de métodos para a alcançar. O *Lean* é hoje uma filosofia de gestão que tem o potencial de ser aplicada a qualquer empresa (incluindo as de serviços), sistema ou processo. O objetivo é identificar as áreas críticas de melhoria, eliminar os seus desperdícios e as ações desnecessárias e posteriormente implementar medidas que resultem em melhorias focando-se nas ações que criam valor (Hicks, 2007).

No caso da armazenagem, em que são necessários *stocks* para satisfazer a procura dos clientes, os princípios *Lean* são muitas vezes mal identificados como ferramentas de melhoria utilizadas para os eliminar. Na verdade, o foco principal deste conceito é segundo Wright & Lund (2006):

- reduzir custos e *stocks* (os de segurança incluídos);
- mudar de um sistema “*push*” para um sistema “*pull*” com base em diferentes procuras e requisitos por parte dos clientes;
- desenvolver relações mais estreitas com os fornecedores;
- melhorar continuamente os processos de trabalho (*kaizen*);
- desenvolver uma mão-de-obra polivalente, flexível e em equipa.

Recentemente, este conceito foi estendido em toda a cadeia de valor para o que agora é designado de “consumo *Lean*” (“*Lean consumption*”). Neste modelo, o foco principal na eficiência e na redução de *stocks* e de custos mantém-se, contudo acrescenta-se a isto o objetivo de fornecer o que o cliente quer exatamente onde e quando quer.

De acordo com Womack & Jones (2005), uma empresa que pretenda seguir os princípios do “consumo *Lean*” deve:

1. Trabalhar em conjunto com os clientes por forma a resolver os seus problemas e assegurar que todos os bens e serviços estão operacionais.
2. Evitar que o cliente ou o fornecedor desperdicem tempo.
3. Fornecer exatamente o que o cliente quer.
4. Criar valor exatamente onde é necessário.
5. Criar valor exatamente quando é necessário.
6. Agregar soluções, constantemente, com o objetivo de reduzir o tempo e as complicações do cliente. Ou seja, a empresa deve de ir ao encontro das necessidades específicas dos clientes e providenciar os serviços necessários para o satisfazer. Para



isso, fornecedores e consumidores terão de criar linhas de comunicação e aprender a planear juntos e a longo prazo.

O conceito *Lean* deve ser enraizado na cultura da empresa e estar em consonância com a sua visão e com os objetivos estabelecidos. Para incutir e garantir o sucesso de uma cultura *Lean* na empresa é necessário estabelecer uma gestão duradoura, envolver os operadores no projeto e tanto os gestores como os operadores devem desenvolver uma mudança de mentalidades (Jaca, Santos, Errasti & Viles, 2012).

### **2.1.2. Sistema de gestão de armazéns**

A gestão de armazéns torna-se complexa devido à quantidade e diversidade de artigos e tecnologia existentes em armazém, bem como à complexidade dos processos associados. Para uma melhor gestão dos recursos de armazenagem e controlo das operações do armazém, torna-se necessário a utilização de um WMS. Um WMS permite reduzir os custos totais de um armazém e melhorar as várias operações nele realizadas, devido ao controlo em tempo real de cada operação, à facilidade de comunicação com a restante cadeia de abastecimento e à capacidade de automatização (Dukic, Cesnik & Opetuk, 2010).

Segundo A et al. (2012), os sistemas de gestão de armazéns são uma aplicação informática que consiste numa base de dados orientada para melhorar a produtividade e a eficiência do armazém. Podem ser sistemas autónomos ou módulos de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*). O objetivo principal de um WMS é controlar o movimento, a armazenagem, o transporte, a receção e o *picking* de materiais dentro de um armazém. Através deste sistema é possível registar as operações e transações feitas no armazém e assim manter o inventário constantemente atualizado. É possível personalizar o *software* de acordo com as características específicas de cada armazém, o que é uma vantagem para os armazéns que processam grandes quantidades de encomendas e que lidam com uma vasta gama de artigos, tornando-se assim mais competitivos. Com um sistema manual de gestão de armazéns é difícil atualizar diariamente, as operações realizadas, o nível de *stock* e a localização de cada artigo.

A existência de um WMS deverá permitir:

- Reduzir os custos de mão-de-obra, caso a mão-de-obra utilizada para manter o sistema seja menor que a utilizada nas operações realizadas em armazém;
- Maior capacidade de atendimento ao cliente, devido à redução dos tempos de ciclo e à redução de erros;
- Reduzir a quantidade de artigos em *stock*, bem como, racionalizar os espaços e os equipamentos de armazenagem;

- Aumentar a capacidade de armazenagem.

Na figura 2.2 encontram-se sintetizadas as principais vantagens de um WMS.

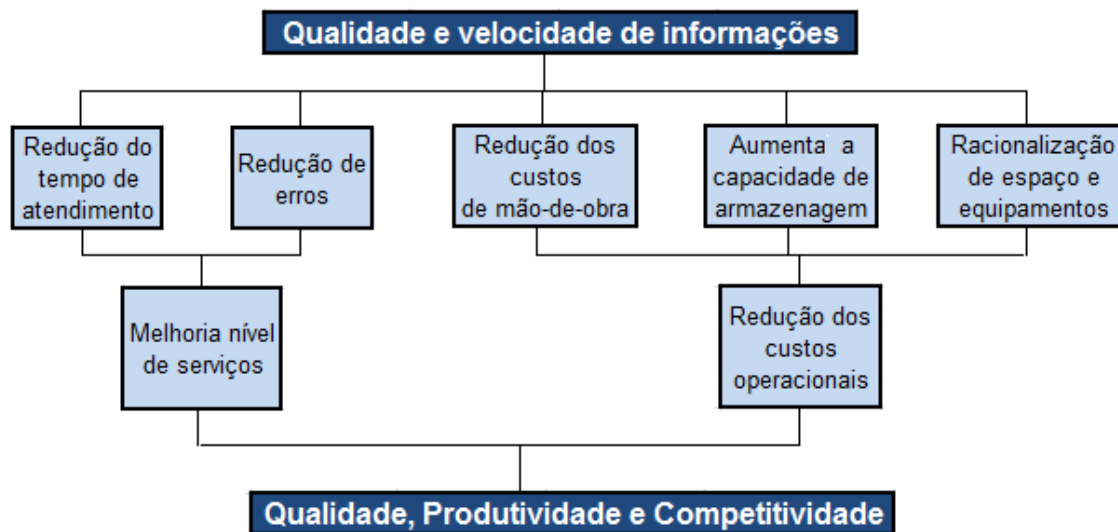


Figura 2.2 - Vantagens de um WMS.

Fatores que controlam os níveis de *stock*, tais como, dimensionamento de lotes, tempo de aprovisionamento e variabilidade da procura, são fatores independentes deste sistema, ou seja, o sistema não tem influência sobre os mesmos. A sua implementação exige um investimento significativo por parte das empresas e tem a duração de vários meses. A empresa deve estar preparada para mudar todo o processo e o sistema de armazenagem. Implementá-lo apenas, sem alterar os processos de armazenagem, não resulta na sua melhoria, não aumenta a sua eficiência e não origina poupanças, apenas reduzirá os erros humanos (A et al., 2012).

Existem 3 tipos de WMS:

- Básico: Este sistema apenas está apto para dar suporte técnico e controlar a localização de material em *stock*. Foca-se no rendimento do armazém e é usado principalmente para registar informações simples, sendo também possível, gerar instruções de armazenagem e *picking*.
- Avançado: Este sistema é superior ao básico e é capaz de planear atividades e recursos para sincronizar o fluxo de materiais em armazém. O WMS foca-se no rendimento, no *stock* e na análise de capacidade de um armazém.
- Complexo: Com um WMS complexo pode-se otimizar um ou vários armazéns. Este sistema disponibiliza a informação de cada produto e inclui o planeamento, a execução e o controlo do mesmo. Refere a localização e o trajeto do produto em

armazém, o seu destino final, bem como informação adicional acerca do planeamento logístico e transporte, o que permite otimizar as operações do armazém como um todo.

O estudo de A et al. (2012) indica que um WMS pode ser benéfico para o desempenho e melhoria da produtividade dos armazéns. A produtividade do armazém, com o sistema, é muito maior do que quando as operações eram realizadas manualmente. Comprovaram, ainda, que com a implementação do WMS o tempo de ciclo do processo diminui (de 773 para 236 minutos) e que é possível ter um saldo positivo na análise do custo-benefício, conseguiram poupar cerca de Rs 1960000 (27000€) por mês.

## **2.2. Order-Picking**

Dukic et al. (2010), Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007) afirmam que o processo de *order-picking* é definido como o processo de recolha de artigos, a partir de locais de armazenagem, em resposta a um pedido específico do cliente. É da responsabilidade do armazém garantir que existe sempre em *stock* os componentes e matérias-primas necessárias para atender aos pedidos do cliente, dentro do menor tempo possível. O *order-picking* é considerado, na maioria dos armazéns, o processo que exige mais mão-de-obra e maior investimento de capital, os custos estão estimados em 55% do custo total das operações de um armazém. Portanto, os responsáveis pelo armazém consideram prioritária a melhoria da sua produtividade, bem como da sua eficiência, para tal, é necessário reduzir os custos e o tempo de ciclo do *order-picking*.

Selecionar um sistema apropriado de *picking* é vital para manter a eficiência do armazém. Com a implementação de um sistema de *order-picking* pretende-se maximizar o nível de serviço ao cliente, minimizar a média de distâncias nos trajetos de *picking* e minimizar os custos totais (Bidgoli, 2010). A automatização do processo de *order-picking* é frequentemente analisada como um meio para reduzir os custos de mão-de-obra. Muitas empresas continuam a separar os seus pedidos manualmente, devido à variabilidade da forma e tamanho do artigo, à variabilidade da procura, à sazonalidade dos produtos ou devido ao grande investimento que é necessário para automatizar um sistema de *picking* (Petersen & Aase, 2004). O *picking* automatizado utiliza sistemas controlados por computador para recolher os artigos, onde os processos de obtenção de artigos são totalmente automáticos. O *picking manual* é realizado pelo operador, em que o operador recolhe os artigos conforme determinado pelas listas de *picking*, movendo-se a pé ou com recurso a algum tipo de veículo (D. F. Ross, 2004).

Tompkins, White, Bozer & Tanchoco (2003) afirmam que o tempo de processamento de uma encomenda corresponde ao tempo necessário que o operador leva a completar um trajeto de recolha dos artigos. O tempo total da recolha de artigos está dividido da seguinte forma:

- Tempo de *setup*: o tempo que se despende em tarefas administrativas e de preparação, no início e no fim de cada trajeto, incluindo a receção da lista de *picking*.
- Tempo de *picking*: tempo necessário para mover os artigos a partir da localização do mesmo até ao local de recolha;
- Tempo de procura: tempo necessário para identificar os artigos;
- Tempo de deslocação: tempo que o operador despende nos percursos de recolha de artigos;
- Outros: atrasos, imprevistos, paragens diversas, etc.

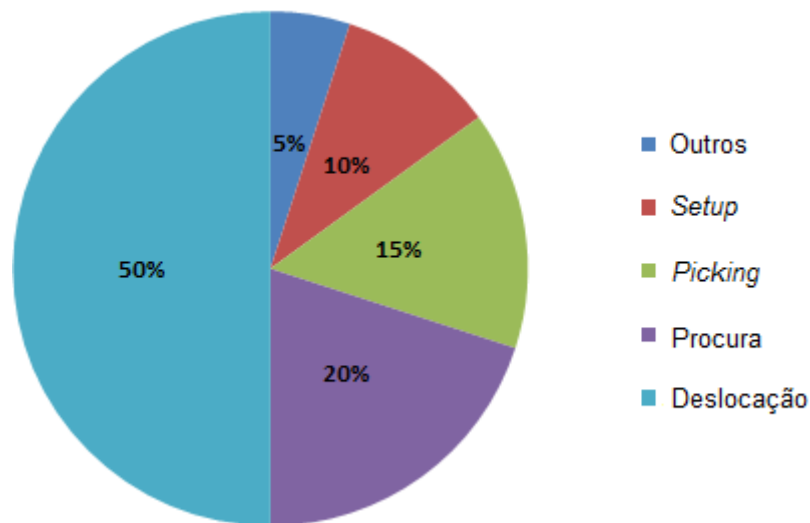


Figura 2.3 - Percentagem dos tempos típicos na recolha de artigos em armazém  
(Fonte: Adapt. de Tompkins et al., 2003).

Na figura 2.3 verifica-se que cerca de 50% do tempo total que o operador despende na recolha de artigos, é consumido em deslocações. Este tempo deve ser melhorado pois custa horas de trabalho e não agrega valor ao produto final. O tempo de deslocação é proporcional à distância do trajeto no *picking* manual. Como tal, a redução das distâncias é considerada como o principal objetivo na otimização em projetos de armazém.

Segundo Koster et al. (2007), num projeto de otimização de um armazém, também são muitas vezes considerados outros objetivos, como:

- minimizar o tempo de processamento de uma encomenda;
- maximizar o uso do espaço em armazém;
- maximizar o uso de equipamento;
- maximizar o uso de mão de obra;
- maximizar a acessibilidade de todos os artigos.

### 2.2.1. Conceção de um sistema de *order-picking*

Dallari et al. (2009) desenvolveram um modelo com o propósito de apoiar os gestores de armazéns a seleccionar os sistemas de *order-picking* mais adequados, tendo por base o modelo proposto por Yoon & Sharp (1996). O modelo desenvolvido é composto por quatro fases distintas: dados de entrada (*input*), seleção, avaliação e detalhe final (ver figura 2.4).

#### ➤ Etapa Inicial

De acordo com Yoon & Sharp (1996) a etapa inicial é constituída por três fases, que se distinguem em atual contexto de gestão, recolha e análise de dados e identificação da estrutura do sistema de *order-picking*. Na primeira fase pretende-se listar os vários aspetos económicos, meio ambiente e requisitos do sistema. Na segunda fase pretende-se avaliar os dados referentes a produtos e encomendas, de modo a identificar o padrão e comportamento dos artigos, bem como, tomar decisões acerca dos métodos de armazenagem (organização do inventário). A última fase, identificação da estrutura do sistema de *order-picking*, tem como objetivo identificar o número e os requisitos de cada subsistema de *picking*, bem como a estrutura física da área de *picking* e o fluxo de materiais entre os departamentos.

#### ➤ Etapa de Seleção

Esta etapa é composta por três fases sequenciais (Dallari et al., 2009): identificação dos sistemas de *order-picking*, especificação de equipamentos e análise das áreas de *picking*. Na primeira fase de seleção o primeiro passo é identificar o sistema mais adequado para a situação concreta, optar por um sistema de *picking* manual ou por um sistema automatizado. De acordo com o sistema escolhido na primeira fase, na segunda fase pretende-se especificar os equipamentos que servirão de apoio à atividade. Por último, pretende-se avaliar a quantidade, a dimensão, a localização e o desempenho (tempo de resposta, produtividade e quantidade de operadores) das áreas de *picking*.

#### ➤ Etapa de Avaliação

Nesta última etapa pretende-se avaliar e analisar os resultados das alterações implementadas, ou seja, verificar o impacto que tiveram nos sistemas que sofreram alterações. Após realizada uma última análise, se se verificar alguma anomalia é feita uma seleção de eventuais alternativas, com base em fatores como o custo, espaço, tempo de resposta, instalação, etc.

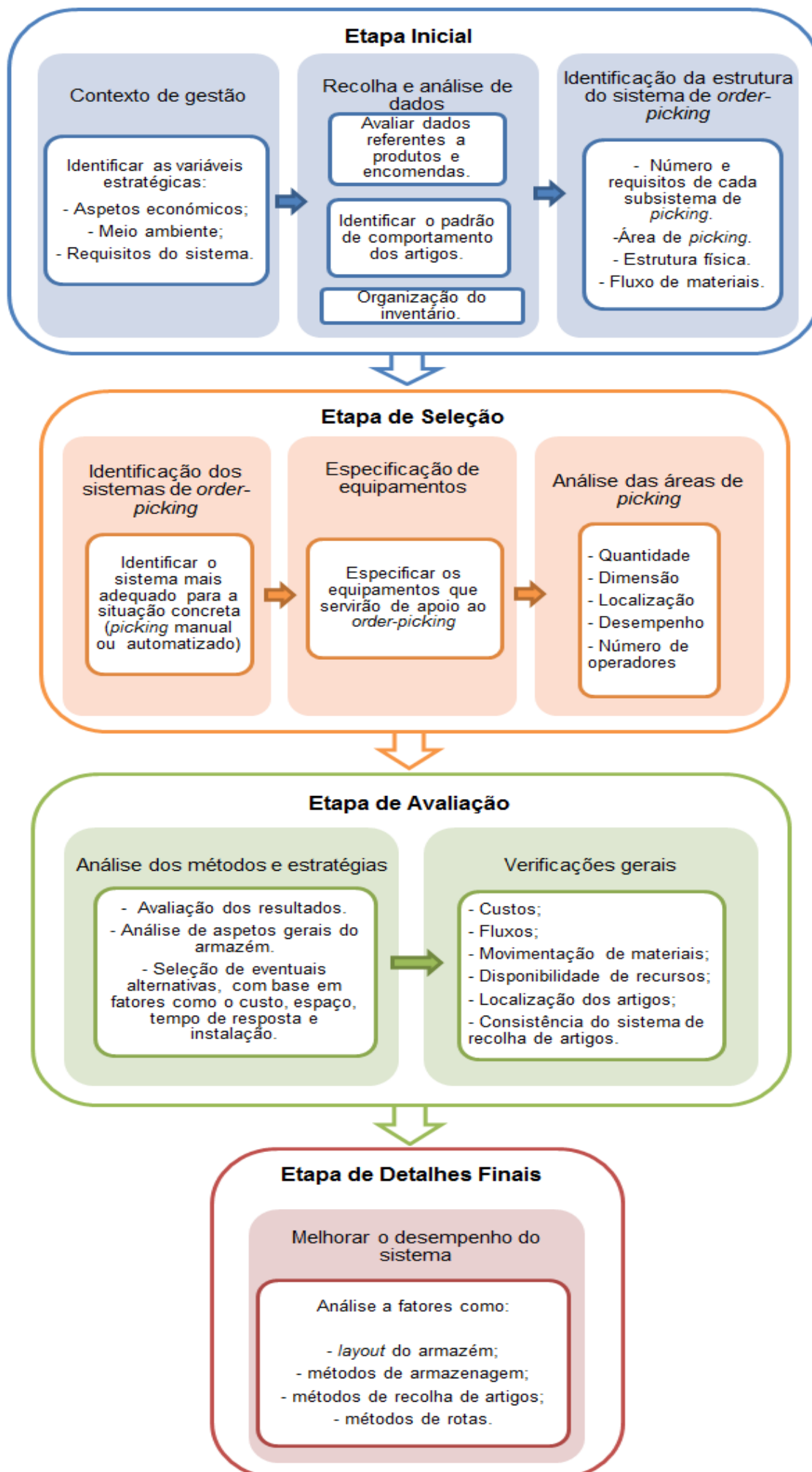


Figura 2.4 - Esquema do modelo de conceção de um sistema de *order-picking* (Fonte: Adapt. de Dallari et al., 2009).

As verificações a fazer normalmente englobam: custos, fluxos (de informação, materiais, operadores), movimentação de materiais, a disponibilidade de recursos em quantidade suficiente e quando necessário, a correta localização dos artigos, a consistência do sistema de recolha de artigos, entre outros (Yoon & Sharp, 1996).

#### ➤ **Etapas de Detalhes Finais**

A etapa de detalhes finais tem como finalidade melhorar o desempenho do sistema, sendo que as principais características do sistema já foram definidas nas etapas anteriores. Para introduzir melhorias ao sistema, é necessário estudar detalhadamente fatores como o *layout* do armazém, métodos de armazenagem, de recolha de artigos e de rotas, o que conduziria, eventualmente, à necessidade de repetir alguma etapa do modelo (Dallari et al., 2009).

### **2.2.2. Métodos de auxílio ao *order-picking***

Podem ser tomadas três tipos de decisões para melhorar o desempenho do processo de *order-picking*. Estas decisões estão relacionadas com aplicação de métodos que auxiliam este processo. A sua aplicação permite reduzir custos ou podem ser utilizados com o objetivo de reduzir o tempo total de recolha de artigos. As decisões mais comuns das empresas a nível de conceção e controlo dos sistemas de *order-picking* passam muitas vezes por determinar (Petersen & Aase, 2004):

1. Como armazenar os artigos, ou seja, como atribuir os produtos aos locais de armazenagem;
2. Como recolher os artigos;
3. Qual a rota de *picking* do operador.

Os métodos que estão relacionados com estas decisões são: os métodos de armazenagem, determinam os locais de armazenagem dos artigos com base em algum critério; os métodos de recolha de artigos, determinam como é que os artigos são recolhidos dos seus locais de armazenagem; os métodos de rotas, determinam as sequências e as rotas do trajeto, com o objetivo de minimizar as distâncias totais percorridas pelo operador (Dukic et al., 2010). Cada um destes métodos será descrito nas secções seguintes.

#### **2.2.2.1. Métodos de armazenagem**

Os métodos de armazenagem definem a disposição dos artigos em armazém, sendo que existem várias formas de armazenar os artigos e de os atribuir aos seus locais de

armazenagem. Os artigos podem estar armazenados de acordo com o seu valor, procura, dimensão, perigo, entre outros (Dukic et al., 2010).

De acordo com Petersen & Aase (2004), os principais métodos de armazenagem utilizados são: a armazenagem aleatória, a armazenagem por classes e a armazenagem baseada na procura. Koster et al. (2007) acrescenta ainda aos métodos anteriormente mencionados a armazenagem com localização mais próxima e a armazenagem dedicada.

- **Armazenagem aleatória** (*Random storage*): qualquer artigo rececionado é atribuído aleatoriamente a um local no armazém. Todos os locais desocupados têm igual probabilidade de serem ocupados (Koster et al., 2007). As viagens serão mais curtas se a armazenagem aleatória for organizada por zonas de atividade, caso contrário, as viagens tendem a ser mais demoradas. Mantendo os artigos com mais procura próximos dos locais de recolha, é possível diminuir a distância percorrida (Ackerman, 1997). Para que esta política de armazenagem seja eficaz é necessário um sistema localizador de *stock*, para identificar cada artigo. Com o sistema de localização, os artigos podem ser colocados em qualquer lugar dentro de uma área de armazenagem designada.

A armazenagem aleatória é muitas vezes utilizada nos armazéns porque é simples de usar e geralmente requer menos espaço que os outros métodos (Petersen & Aase, 2004). De acordo com Tompkins & Harmelink (1994) a armazenagem aleatória permite uma melhor utilização do espaço, comparativamente com a armazenagem dedicada. A armazenagem dedicada geralmente necessita de mais 65% a 85% de espaço.

Os passos a seguir para a implementação da armazenagem aleatória, identificados na figura 2.5, são (Derickx, 2012):

1. Obter a lista dos artigos a armazenar.
2. Para cada um dos artigos:
  - a) Gerar um número aleatório dentro de um intervalo determinado pela dimensão do armazém.
  - b) Verificar se o local, gerado aleatoriamente, ainda está disponível. Se não estiver retoma-se a alínea a), caso contrário prossegue-se.
  - c) Atribuir a referência do artigo ao local de armazenagem e definir o estado do local para “ocupado”.



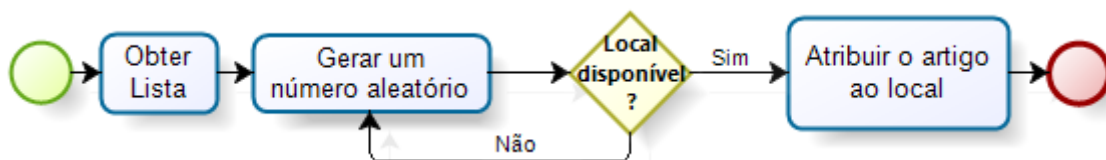


Figura 2.5 - Fluxograma para implementação da armazenagem aleatória.

- **Armazenagem baseada na procura** (*Full turnover storage*): consiste em arrumar os artigos de acordo com a sua popularidade, ou seja, tem por base a frequência da procura. Os produtos que têm maior volume de vendas ficam localizados nos locais mais acessíveis, normalmente perto do depósito de recolha. Por sua vez, os produtos com menos saída ficam localizados em locais com menos acessibilidade no armazém. Caso este método fosse aplicado existiria uma perda de flexibilidade e de eficiência, pois a cada nova encomenda, teriam que se redefinir grandes quantidades de *stock* e atualizar a informação, constantemente (Koster et al., 2007). Portanto, nos casos em que as taxas de procura estão sempre a variar, este método não é vantajoso.

De acordo com Koster et al. (2007) e Dukic et al. (2010), outros critérios para definir os locais de armazenagem dos artigos são: a quantidade de encomendas em que conste esse artigo, a quantidade de vezes que esse artigo foi recolhido ou o *cube-per-order-index* (COI). O COI traduz-se no rácio entre o espaço cúbico médio do artigo para armazenamento e o número médio de encomendas, num determinado período de tempo em que esse artigo é requisitado, ver (1).

$$COI = \frac{\text{Volume}}{\text{Encomendas}} \quad (1)$$

Assim, para encomendas iguais, quanto maior for o volume do artigo maior é o COI e quanto menor o volume do artigo menor é o COI; para volumes iguais, quanto menos encomendas do artigo houver maior é o COI e quanto mais encomendas do artigo menor é o COI, conforme sintetizado na figura 2.6.

Volumes ≠ Encomendas =	$\frac{\text{Volume} \uparrow}{\text{Encomendas}} = COI \uparrow$	$\frac{\text{Volume} \downarrow}{\text{Encomendas}} = COI \downarrow$
Volumes = Encomendas ≠	$\frac{\text{Volume}}{\text{Encomendas} \downarrow} = COI \uparrow$	$\frac{\text{Volume}}{\text{Encomendas} \uparrow} = COI \downarrow$

Figura 2.6 - Variação do COI, consoante as variações das encomendas e do volume.

Assim, os artigos que têm os índices mais baixos são colocados o mais perto possível da saída do armazém, ou seja, garante que os artigos com menor volume e mais encomendas se movimentam na menor distância possível. O objetivo deste critério é arrumar o espaço do armazém de maneira a que haja o máximo de artigos possível (com maior número de encomendas) mais perto do local de recolha, ou seja, quanto menor volume tiverem os artigos, mais artigos são possíveis de arrumar junto ao local de recolha. Portanto, passa por tentar preencher ao máximo o espaço do armazém, ao mesmo tempo que se diminui a distância percorrida da maioria dos artigos movimentados.

Petersen & Aase (2004) indicam que a implementação deste método de armazenagem reduz significativamente o tempo de viagem de *picking*. Ainda assim, de acordo com Koster et al. (2007), teria melhores resultados se fosse implementado em conjunto com a armazenagem dedicada.

Os passos a seguir para a implementação da armazenagem baseada na procura, identificados na figura 2.7, são (Derickx, 2012):

1. Obter a lista de artigos a armazenar.
2. Classificar os artigos de acordo com a sua popularidade e ordená-los por ordem decrescente.
3. Procurar todos os locais de armazenagem disponíveis.
4. Encontrar os locais mais próximos do ponto de recolha.
5. Atribuir para cada artigo, começando pelos que têm maior taxa de procura, um local de armazenagem e defini-lo como “ocupado”.

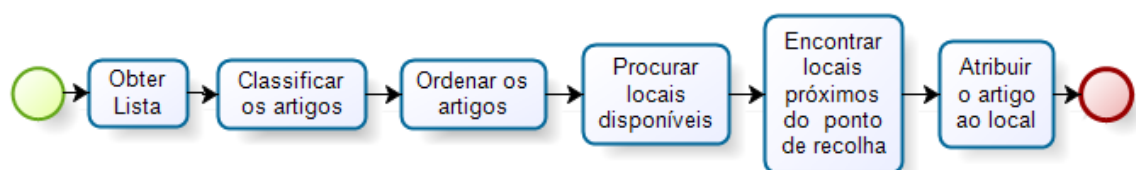


Figura 2.7 - Fluxograma para implementação da armazenagem baseada na procura.

- **Armazenagem por classes** (*Class-based storage*): este método de armazenagem concilia vários métodos, tais como, a armazenagem baseada na procura, armazenagem aleatória e armazenagem dedicada (Koster et al., 2007). Este método baseia-se no princípio de Pareto, que consiste em classificar os artigos em *stock* em três classes de acordo com critérios específicos, normalmente, são divididos de acordo com a sua popularidade. Cada classe é atribuída a uma área específica do armazém, dentro dessa área são armazenados aleatoriamente. As classes são determinadas por alguma medida de frequência da procura dos artigos, como o COI ou volume de *picking*. A análise ABC é uma técnica eficiente e bastante utilizada na classificação de

inventário, principalmente nas organizações em que existem milhares de artigos armazenados (Torabi, Hatefi & Saleck Pay, 2012). Na figura 2.8 observam-se duas formas comuns de implementar a armazenagem por classes.

No início do século XX, o economista Vilfredo Pareto afirmou que 20% da população possuía 80% da riqueza. Este princípio básico 80/20 foi então adotado para descrever outras realidades, sendo mais tarde aperfeiçoado para a análise ABC. A classe A é constituída aproximadamente por 20% dos produtos que contribuem para 80% das movimentações, os artigos desta classe são considerados de alta rotatividade; a classe B inclui 30% dos produtos e é responsável por cerca de 10% do volume movimentado; por fim, a classe C contém os restantes 50% dos produtos, que representam 10% do volume movimentado. Existem outros cenários possíveis que estão de acordo com o princípio de Pareto, como por exemplo, 20% das peças de uma determinada *Bill of Materials* corresponderem a 80% do valor de todas as peças (Grosfeld-Nir, Ronen & Kozlovsky, 2007).

Segundo Petersen & Aase (2004) a armazenagem por classes, dividida em apenas três classes, permite quase a mesma poupança que a armazenagem baseada na procura e requer menos processamento de dados. Os resultados da simulação experimental dos mesmos autores indicam que o operador percorre menores distâncias no *order-picking* manual caso seja implementada a armazenagem baseada na procura em vez da armazenagem por classes. A diferença dos dois métodos depende do número de classes e do método de rotas usado. No entanto, sugerem a utilização do método de classes, dividido entre 2 a 4 classes, pois é mais fácil de implementar que o método de armazenagem baseada na procura.

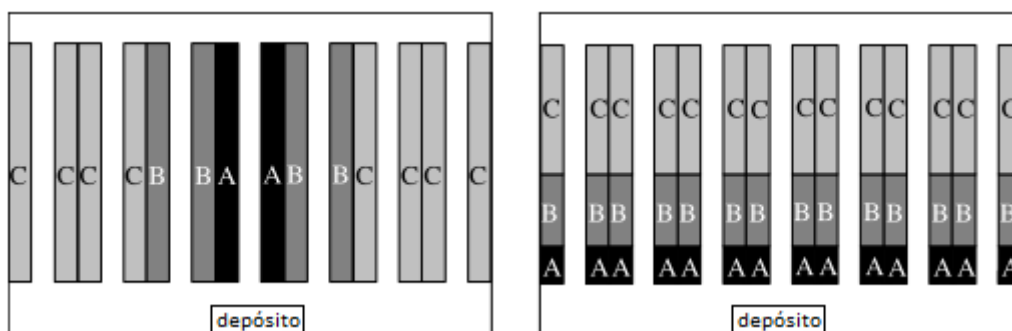


Figura 2.8 - Duas formas comuns de implementar a armazenagem por classes  
(Fonte: Adapt. de Koster et al., 2007).

Os passos a seguir para a implementação da armazenagem por classes, identificados na figura 2.9, são (Derickx, 2012):

1. Obter a lista de artigos a armazenar e as classes a que pertencem.

2. Criar uma lista para cada classe de artigos, de modo a obter um indicador do espaço que é necessário para cada classe.
3. Para cada classe (começando pela que tem maior procura) e para cada artigo dentro dessa classe:
  - a) Começar por armazená-los nos locais próximos do local de recolha e em seguida, armazená-los nas primeiras posições disponíveis de cada estante. Se estas estiverem ocupadas, mudar para a segunda posição de cada estante, e assim por diante.
  - b) Atribuir a referência do artigo ao local de armazenagem e definir o estado do local para “ocupado”.

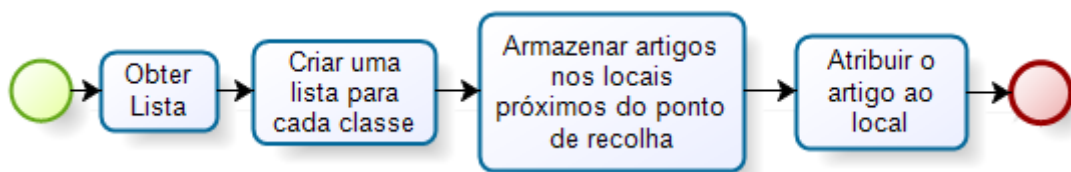


Figura 2.9 - Fluxograma para implementação da armazenagem por classes.

- **Armazenagem com localização mais próxima** (*Closest open location storage*): ao invés da armazenagem aleatória, neste tipo de armazenagem os operadores podem escolher o local para armazenar os artigos. A primeira localização encontrada que esteja desocupada será usada para armazenagem. O que faz com que, normalmente, as estantes mais próximas do depósito de recolha estejam cheias e as estantes mais afastadas estejam vazias (Koster et al., 2007).

Os passos a seguir para a implementação deste método, identificados na figura 2.10, são (Derickx, 2012):

1. Obter a lista dos artigos a armazenar.
2. Para cada um dos artigos:
  - a) Procurar todos os locais disponíveis.
  - b) Dentro dos locais disponíveis, procurar o local mais próximo do ponto de recolha.
  - c) Atribuir o artigo ao local escolhido e definir o seu estado como “ocupado”.

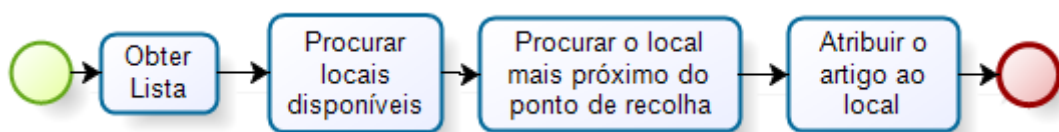


Figura 2.10 - Fluxograma para implementação da armazenagem com localização mais próxima.

- **Armazenagem dedicada** (*Dedicated storage*): consiste em armazenar cada um dos artigos num local fixo. O artigo é sempre arrumado no mesmo lugar e nenhum outro pode ocupar aquele espaço. Mesmo estando vagos, os locais estão reservados para os produtos que não estão em *stock* (Tompkins & Harmelink, 1994). O desperdício de espaço e a necessidade de reservar o suficiente para que seja armazenado o nível máximo de *stock* de cada artigo, é uma desvantagem deste tipo de armazenagem. Assim, de todas as técnicas de armazenagem, esta é a que permite menor utilização de espaço. Uma das vantagens é que os operadores familiarizam-se com a localização dos artigos. Caso os artigos estejam distribuídos consoante o seu peso, os mais leves em cima e os mais pesados em baixo, esta técnica pode facilitar a recolha dos artigos por parte dos operadores. Armazenar produtos de acordo com o peso e a rota, permite aos operadores uma boa sequência de recolha sem grande esforço (Koster et al., 2007).

Os passos a seguir para implementar este método, identificados na figura 2.11, são (Derickx, 2012):

1. Obter a lista de artigos e, se for o caso, a família a que pertencem.
2. Criar uma lista para cada família de artigos de modo a obter um indicador do espaço que é necessário para cada família.
3. Para cada família, e para cada artigo dentro dessa família:
  - a) Iniciar a armazenagem a partir do primeiro local disponível. Não há distâncias envolvidas para determinar onde o artigo deve ser armazenado. Depois de armazenar a primeira família de artigos, continua-se a armazenar as seguintes famílias onde a anterior parou.
  - b) Atribuir o artigo ao local e definir o seu estado para “ocupado”.

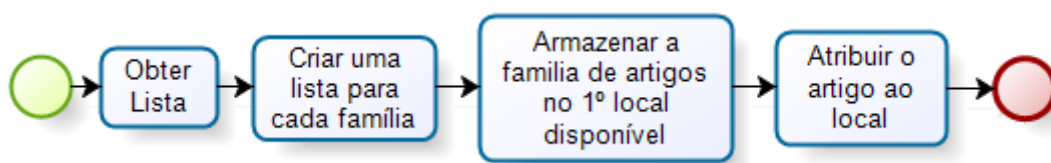


Figura 2.11 - Fluxograma para implementação da armazenagem dedicada.

De acordo com Dukic et al. (2010), os estudos efetuados sobre os diferentes métodos de armazenagem, indicam que estes em combinação com um dos métodos de rotas, possibilitam grandes poupanças. Com a implementação dos métodos de armazenagem, em alguns casos, é possível reduzir a distância percorrida entre 45% a 55%, se comparados com a armazenagem aleatória. Também Petersen & Aase (2004) afirmam que o operador de *picking* efetua menos viagens se se optar por um método de armazenagem por classes ou baseado na procura, em vez da armazenagem aleatória. No entanto, o método de armazenagem aleatória

geralmente utiliza a área de *picking* inteira de forma mais uniforme e reduz o congestionamento dos operadores.

Na tabela 2.2 encontra-se a identificação dos diferentes métodos anteriormente apresentados, bem como uma síntese das suas principais vantagens e desvantagens.

Tabela 2.2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de armazenagem.

Método	Vantagens	Desvantagens
<b>Armazenagem aleatória</b>	Simples de aplicar.	Necessidade de um sistema informático que permita localizar o <i>stock</i> .
	Não é necessária informação adicional.	Eventual dispersão dos artigos mais populares, pode fazer com que a distância média de viagem aumente.
	Geralmente requer menos espaço do que outros métodos (baseada na procura, por classes e dedicada).	Congestionamento, quando uma grande quantidade de operadores tem de recolher artigos na mesma área.
	Otimiza a dispersão dos diferentes artigos.	
<b>Armazenagem baseada na procura</b>	Redução do tempo de viagem.	Cada local está dedicado a um artigo, o que reduz a flexibilidade.
		Exige o movimento periódico de artigos, de maneira a adaptar-se à procura.
		Requer uma grande quantidade de dados.
<b>Armazenagem por classes</b>	Redução do tempo de viagem.	Exige o movimento periódico de artigos, de maneira a adaptar-se à procura.
	Evitam-se movimentos desnecessários.	
	Maiores poupanças comparativamente à utilização de rotas.	
	Mais fácil de implementar que o método de armazenagem baseada na procura.	
<b>Armazenagem com localização mais próxima</b>	Simples de aplicar.	Congestionamento, quando uma grande quantidade de operadores tem de recolher artigos na mesma área.
	Não é necessária informação adicional.	
	Geralmente requer menos espaço do que outros métodos (baseada na procura, por classes e dedicada).	
	Otimiza a dispersão dos diferentes artigos.	
<b>Armazenagem dedicada</b>	Os operadores familiarizam-se com a localização dos artigos.	Menor utilização do espaço.
	Não necessita de atualização da localização dos artigos.	Artigos com maior saída podem não estar localizados perto do local de recolha.
	Local está reservado mesmo para os produtos que não estão em <i>stock</i> .	

### 2.2.2.2. Métodos para a recolha de artigos

Existem várias alternativas para a recolha dos artigos. Os métodos para a recolha de artigos determinam quais os artigos que são colocados na lista de *picking* e como é que posteriormente são recolhidos dos seus locais de armazenagem. Os principais métodos de *picking* podem ser divididos nas seguintes quatro categorias:

- **Picking discreto** (*single-order-picking* segundo Ackerman (1997) ou *pick-to-order* segundo Rushton et al. (2010)) é o método mais comum na recolha de material. Consiste em recolher todos os artigos relativos a uma encomenda, para isso, o operador percorre todo o armazém até que a encomenda esteja completa. Dentro deste conceito, a recolha de artigos também pode ser efetuada, simultaneamente, para uma série de encomendas, na qual os operadores colocam os artigos de cada cliente num compartimento específico. Para pequenas encomendas, este método não é vantajoso, devido ao tempo excessivo gasto nos trajetos de *picking*.
- **Picking por lote** (*Batch picking*) consiste em recolher numa única viagem, a quantidade total de cada artigo e agrupá-los em lotes. Os artigos são recolhidos para as encomendas dos vários clientes. Este método é comum especialmente para pequenas encomendas e com ele é possível poupar tempo devido à redução das distâncias de viagem. De qualquer das maneiras, no final, os artigos têm de ser separados de acordo com os pedidos dos clientes (Rushton et al., 2010).

Segundo Dukic et al. (2010), as potenciais poupanças ao usar *picking* por lote em vez do *picking* discreto, dependem principalmente do número de encomendas individuais de um grupo de artigos e variam, em simulações realizadas, aproximadamente entre os 40% e 70%.

- **Picking por zona** (*Zone picking*): O armazém é dividido em diferentes zonas, com operadores específicos dedicados a cada uma. As vantagens deste método são as seguintes: os operadores só precisam de se deslocar numa pequena área, redução do congestionamento do tráfego e os operadores familiarizam-se com os locais dos artigos em cada uma das zonas. A principal desvantagem é que os artigos correspondentes a determinada encomenda podem estar divididos e devem ser agrupados antes da sua expedição (Koster et al., 2007).

Um sistema de gestão de armazéns, facilitará esta tarefa, pois este *software* permite examinar cada artigo da encomenda e identifica em que zona está localizado. Desta forma é possível separar os artigos por zonas (Rushton et al., 2010).

- **Picking por onda** (*Wave picking*): A recolha dos artigos é agendada e é efetuada em diversos períodos ao longo do turno. Geralmente este tipo de recolha é utilizada para coordenar as funções da separação e expedição de encomendas (Ackerman, 1997).

Na tabela 2.3 encontram-se identificados os diferentes métodos apresentados, bem como uma síntese das principais vantagens e desvantagens.

Tabela 2.3 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos para a recolha de artigos.

Método	Vantagens	Desvantagens
<b>Picking discreto</b>	É um método simples, tem um tempo de resposta rápido para a preparação dos pedidos e facilmente se detetam os erros do operador.	É um método pouco eficiente, pois requer mais tempo de viagem que os outros métodos.
<b>Picking por lote</b>	A utilização deste método permite uma redução do tempo de viagem, o que aumenta a produtividade.	Para grandes encomendas e longos trajetos de recolha de artigos a produtividade do operador diminui.
	Reduz a hipótese de desequilíbrio da carga de trabalho	Aumenta a probabilidade dos operadores colidirem uns com os outros.
<b>Picking por zona</b>	Os operadores ficam familiarizados com a localização dos artigos, na sua zona, tornando assim a sua recolha mais rápida.	Pode ser difícil de detetar o motivo de um erro na recolha dos artigos, uma vez que pode estar envolvido um grande número de operadores numa encomenda.
	Os operadores estando familiarizados com os padrões de utilização na sua zona, podem alterar a localização dos artigos com maior procura para próximo do local de recolha.	As encomendas podem ser diversificadas, o que pode resultar no excesso de ocupação de alguns operadores e outros sem terem trabalho.
	Evita-se que os operadores colidam uns com os outros.	
<b>Picking por onda</b>	As encomendas podem ser programadas para serem satisfeitas em momentos específicos do dia, o que permite maximizar as operações de recolha e transporte.	Maior eficiência se for gerido através de um WMS.

### 2.2.2.3. Métodos de rotas

Com os métodos de rotas, utilizados no *order-picking*, pretende-se determinar qual é a melhor sequência para recolher os artigos de uma determinada encomenda e identificar qual é o trajeto mais curto, entre as localizações de cada artigo e o depósito de recolha (Henn, Koch & Wäscher, 2011).



Henn et al. (2011) refere a existência de vários algoritmos de otimização para resolver o problema da escolha da rota mais adequada. No entanto, não existe um algoritmo de otimização para cada *layout* e os esquemas fornecidos pelos algoritmos são confusos e nem sempre são fáceis de entender, por parte dos operadores. Como tal, normalmente são aplicados métodos heurísticos que apesar de nem sempre proporcionarem os trajetos mais curtos, permitem obter trajetos plausíveis, fáceis de memorizar, de percorrer e de implementar.

Segundo Koster et al. (2007) e Dukic et al. (2010), podem-se utilizar os seguintes métodos heurísticos, para definir a rota de *picking* dos operadores:

- **Forma de S** (*S-Shape*): Esta rota implica que o operador percorra totalmente o corredor que contenha, pelo menos, um artigo para recolha. Os corredores onde não se encontram artigos, para recolha, não são percorridos. O operador depois de efetuar a última recolha dirige-se ao depósito de recolha.
- **Método de retorno** (*Return method*): Nesta rota o operador entra e sai dos corredores sempre pelo mesmo lado. Tal como no “forma de s”, caso não seja necessário recolher um artigo em determinado corredor, o operador não o percorre.
- **Método do ponto médio** (*Midpoint method*): Este método divide os corredores a meio. Se o operador necessitar de recolher artigos na metade da frente do corredor, entra pela parte da frente do corredor. Caso um artigo se encontre na metade de trás do corredor o operador entra pela parte de trás do mesmo. O operador em ambos os casos apenas se desloca até metade dos corredores.

Com este método consegue-se um desempenho melhor, que o método “forma de s”, quando o número de artigos a recolher por corredor for menor.

- **Maior intervalo** (*Largest gap*): é semelhante ao método do ponto médio. Um operador que recolha artigos num determinado corredor entra e sai pelo mesmo lado, à exceção do primeiro e do último, que são percorridos na totalidade. O intervalo representa a separação entre qualquer recolha que esteja próxima, ou seja, entre a primeira recolha num corredor e o corredor da frente, ou entre a última recolha no corredor e o lado de trás. Se o intervalo for maior entre duas recolhas adjacentes, o operador executa a rota de retorno entre ambos os pontos finais do corredor. Caso contrário, é usada uma rota de retorno seja pela parte da frente ou de trás do corredor. Assim, os grandes intervalos nos corredores não são percorridos pelos operadores. Apesar do método do ponto médio ser mais simples de implementar, o método aqui descrito, apresenta melhores rotas, seja qual for a situação.

- **Combinado** (*Combined*): Os corredores com artigos tanto podem ser percorridos na totalidade como parcialmente, ou seja, o operador pode entrar e sair pelo mesmo lado. A política combinada é uma combinação da heurística em S com a de Retorno.
- **Otimizado** (*Optimal*): todos os métodos descritos têm algumas restrições para criar uma rota. Um algoritmo de otimização, que combina teoria de grafos e programação dinâmica, permite encontrar uma rota ótima, logo, mais curta.

Na figura 2.12 encontram-se os exemplos das rotas mencionadas anteriormente.

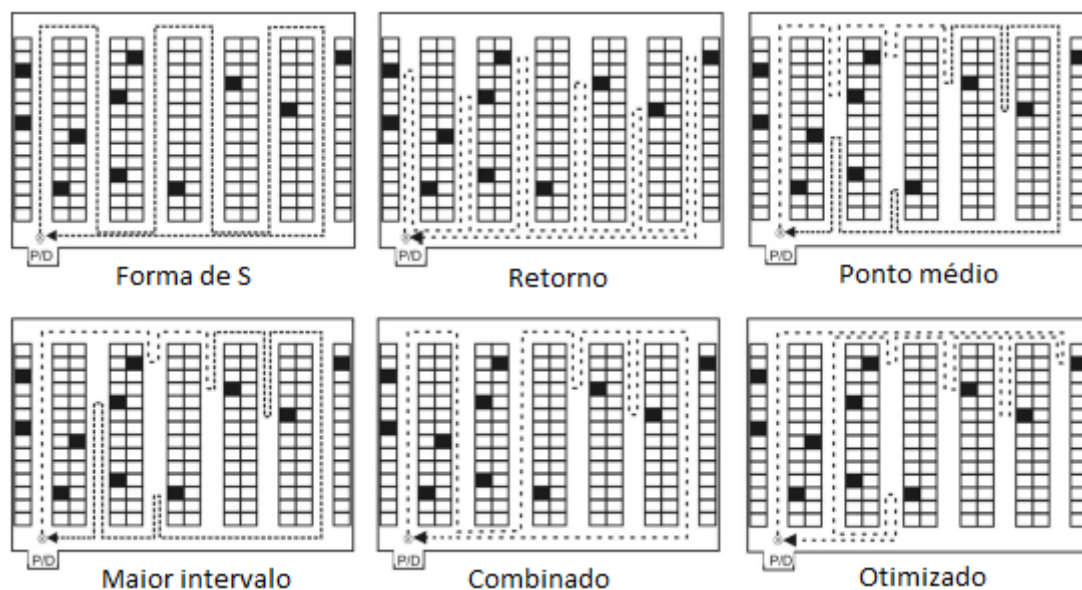


Figura 2.12 - Exemplos de rotas  
(Fonte: Adapt. de Dukic et al., 2010).

A aplicação e o uso eficiente do método das rotas numa preparação de pedidos, permite aos operadores obter uma redução, na distância das viagens, entre 17% e 34%. A redução das distâncias dependerá principalmente do método utilizado (Dukic et al., 2010).

Petersen & Aase (2004) determinaram qual o método ou a combinação de métodos que permite reduzir o tempo total de recolha dos artigos, para satisfazer todas as encomendas num dia. Os autores realizaram uma simulação tendo por base as operações realizadas num armazém de retalho, o qual serve como cenário para simular e comparar as diferentes combinações de métodos. Além disso, foram realizadas várias análises de sensibilidade e extensões ao modelo de modo a permitir examinar e generalizar a simulação para outros tipos de armazéns. No entanto, uma característica comum da simulação é que pelo menos duas das três decisões, método de armazenagem, recolha de artigos e rota são fixas. Os autores chegaram às seguintes conclusões:

- Que alterar os três métodos rende uma poupança média entre os 27% e 29%.

- Que é possível reduzir o tempo total de uma encomenda entre os 17% e 22%, usando o método de *picking* por lotes ou a armazenagem por classes ou baseada na procura.
- O último grupo envolve dois cenários que muda apenas o método das rotas. A pesquisa indica que se deve tentar usar o método dos lotes em conjunto com o método de armazenagem por classes ou baseada na procura. O que indica que com utilização do método das rotas não é possível poupar, comparativamente com método dos lotes ou com os métodos de armazenagem por classes ou procura.

### **2.2.3. Informação no *order-picking***

Embora o tempo de viagem seja normalmente o elemento mais significativo de todo o tempo de *picking*, o tempo necessário para obter informações também deve ser considerado. Esse tempo pode incluir a leitura da localização do artigo, a quantidade de artigos a recolher, a confirmação de que o operador está no local certo e se se está a escolher o artigo correto. Esta troca de informações é necessária e deve ser precisa para que o operador complete a tarefa com sucesso (Rushton et al., 2010).

Para que o *order-picking* ocorra sem erros são necessários os seguintes requisitos principais (Ackerman, 1997):

1. Um bom sistema de localização de *stock*;
2. Fácil identificação dos locais de armazenagem e dos artigos;
3. Uma boa lista de *picking*, com a descrição clara da quantidade requisitada.

#### **2.2.3.1. Sistema de localização de *stock***

A necessidade de ter um sistema de localização de *stock* depende tanto do tipo de *layout* do armazém como da variedade do inventário. É possível um armazém optar por uma armazenagem dedicada e não ter um sistema de localização, mas dificilmente se gere eficazmente um armazém sem um sistema localizador de *stock* se optar por um método de armazenagem aleatória (Tompkins & Harmelink, 1994). Um sistema de armazenagem aleatória só é eficaz quando os registos de inventário são mantidos com a identificação exata da localização. Quando determinado espaço é ocupado, o operador deve ser capaz de encontrar um outro local para que o inventário seja armazenado. A armazenagem aleatória funciona melhor quando os registos do *stock* são constantemente atualizados (Ackerman, 1997).

Um sistema localizador de *stock*, segundo Tompkins & Harmelink (1994) e Ackerman (1997), foi desenvolvido para:

- Disponibilizar a informação e a localização do inventário. Desta forma, o operador poupa tempo na localização dos artigos ou de espaços desocupados no armazém. Permite visualizar virtualmente produtos em armazém, evitando que o operador tenha que procurar espaços vazios, para colocar os artigos rececionados, ou produtos que nem sempre estão no local “memorizado”.
- Tornar mais fácil a identificação dos artigos armazenados;
- Apoiar na gestão do espaço de armazenagem, ajuda a economizar espaço;
- Tornar mais rápida a recolha de artigos. A seleção cuidadosa de locais de *picking* permite fazer trajetos mais curtos na recolha dos artigos, deste modo a velocidade do *picking* é maior;
- Melhorar o controlo FIFO, permite procurar a localização do *stock* mais antigo;

Será necessário um bom fluxo de informação, disciplina e correção imediata de erros, para que um sistema localizador seja eficaz.

### **2.2.3.2. Identificação dos locais de armazenagem**

O mais importante na identificação de um artigo é que o artigo que se encontra na prateleira, a descrição do artigo na lista de *picking* e a descrição na etiqueta da prateleira, sejam todos idênticos.

O sistema em código deve ser claro o suficiente para que qualquer operador possa encontrar rapidamente qualquer local no armazém. Quanto maior for o armazém, mais este irá beneficiar com um sistema de identificação de seis dígitos. Este deve ser simples, lógico e o mais específico possível, identificando cada um dos elementos dos locais de armazenagem. Os dois primeiros dígitos indicam o corredor, os dois dígitos seguintes referem-se à secção (estante), o quinto dígito indica a prateleira ou nível (a partir do nível do chão no sentido ascendente). O último, ou sexto, dígito indica a posição na prateleira no sentido da esquerda para a direita (numa estante poderia ser a posição de duas ou três paletes) (Ackerman, 1997).

Na figura 2.13 encontra-se um exemplo de um sistema de código para identificar os locais de armazenagem.

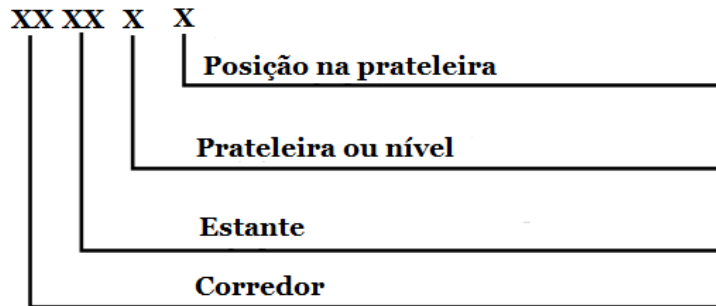


Figura 2.13 - Sistema de identificação dos locais de armazenagem  
(Fonte: Adapt. de Ackerman, 1997).

### 2.3.2.3. Lista de *picking*

Um número surpreendente de listas de *picking* não dispõe os artigos pela sequência em que se encontram armazenados. Como resultado, o operador move-se no armazém em ziguezague enquanto recolhe os artigos pela sequência que aparece na lista. O tempo de trajeto nos armazéns pode ser reduzido em mais de metade, para tal, basta simplesmente colocar na lista de *picking* os artigos pela ordem em que se encontram armazenados (Tompkins & Harmelink, 1994).

O *picking* é para avançar para o local adequado, verificar se o produto desejado está armazenado e selecionar a quantidade correta do produto desejado. A lista de *picking* deve ser projetada e usada especificamente para a recolha de artigos. Frequentemente é projetada para outros fins, contendo informação desnecessária que não constitui uma mais-valia para a leitura do operador, sendo que a sua função original acaba por ser esquecida (evitar erros na recolha dos artigos). A melhor lista é aquela que tem apenas a informação essencial, informação supérflua apenas origina confusão, como tal, para melhor leitura do operador a lista de *picking* deve conter a seguinte informação (Ackerman, 1997):

1. Localização do produto. Os pedidos já estão ordenados pela sequência segundo a qual o operador deve recolher os artigos, o que possibilitará reduzir tempos de viagens. Por outro lado reduzirá tempos de procura do artigo;
2. Identificação do produto;
3. Espaço para verificações ou para que o operador tire anotações;
4. Quantidade encomendada.

A sequência das colunas deve aparecer como acima indicado, uma vez que a informação necessária para o operador está por essa ordem. Se o operador chegar ao local certo, há uma grande hipótese de o produto correto ser selecionado. O operador verifica na lista de *picking* a localização da prateleira, se o artigo selecionado está correto e na prateleira certa, e de seguida, conta o número de unidades desejadas do artigo encomendado. Se a quantidade

recolhida não for a mesma que a encomendada, o espaço para fazer as alterações é a coluna de anotações. A lista deve ser preparada na sequência lógica destas ações.

Como descrito ao longo deste capítulo, são diversos os métodos que auxiliam o processo de *order-picking*, sendo a sua escolha feita de acordo com as características do armazém e com o tipo de operações lá realizadas. São diversas as combinações possíveis entre os diversos métodos de armazenagem, de recolha de artigos e de rotas, bem como, a forma de gerir a informação no *order-picking*. Todas elas têm bastante influência na prestação de serviços dos operadores durante o processo de *order-picking*. As decisões a tomar estão relacionadas com os métodos apresentados na figura 2.14.

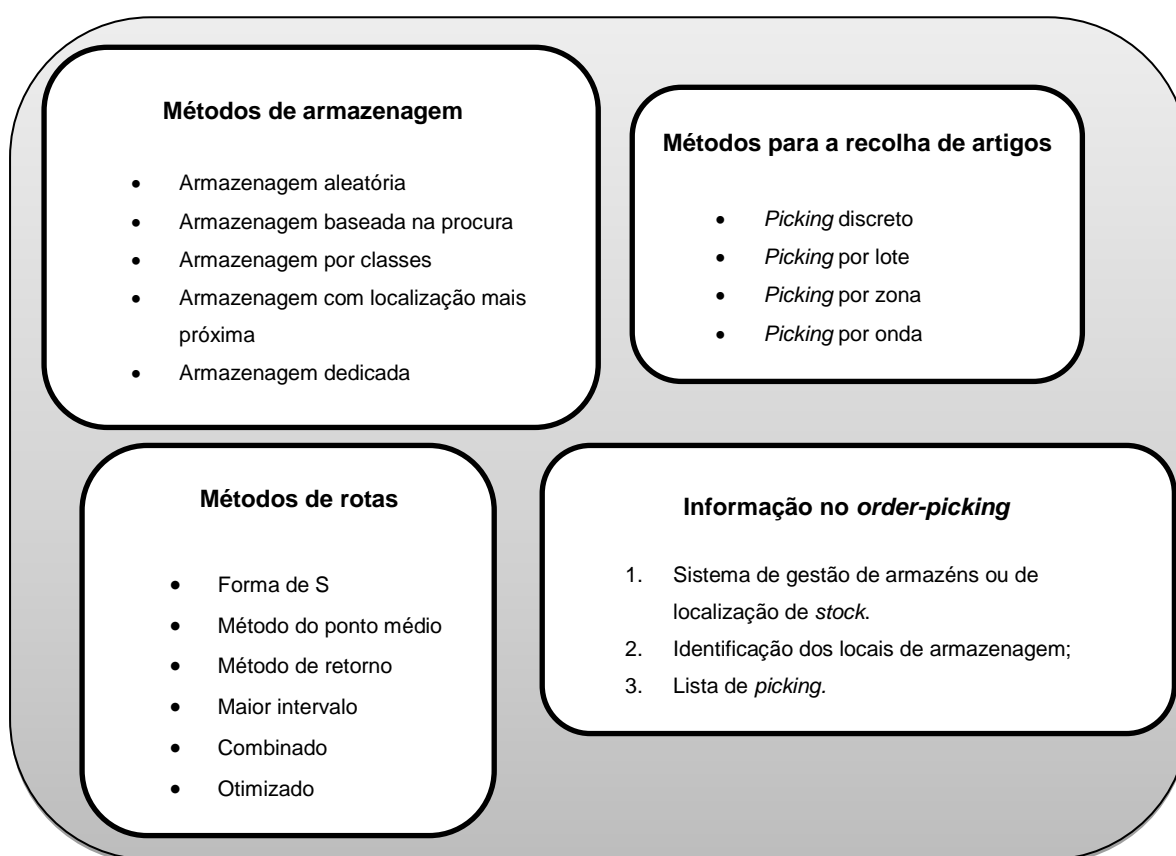


Figura 2.14 - Resumo dos diferentes métodos de auxílio ao *order-picking*.

### Capítulo 3 - Modelo de estudo proposto

Na área da gestão de armazéns e *picking*, as principais questões de investigação que se levantam são:

1. Quais são os melhores métodos para eliminar os desperdícios em armazéns e na logística interna fabril?
2. Que métodos de armazenagem permitem obter uma melhor arrumação do armazém, diminuindo as distâncias percorridas?
3. Quais os sistemas de *picking* mais apropriados para melhorar a eficiência dos armazéns?
4. A utilização de uma rota de *picking* será vantajosa?

Para responder às questões anteriores no enquadramento de uma realidade produtiva específica terá que se avaliar o sistema logístico da Produção e definir um plano de ações que vise melhorar e aumentar a produtividade, sendo então necessário procurar entender em primeiro lugar:

- Quais as razões de natureza estratégica que levam uma unidade fabril a procurar uma nova abordagem para o seu processo logístico;
- Quais os objetivos que se pretendem atingir;
- Quais as restrições existentes.

É também necessário estabelecer graus de importância no processo de tomada de decisão, para isso, decompõe-se os objetivos em três níveis: estratégico, tático e operacional.

- A nível estratégico a decisão tem relação com o cumprimento dos objetivos do negócio e qual a melhor maneira de os atingir: melhorar o processo existente e definir um plano de ações que permita atingir os objetivos propostos. Para tal serão necessários dados relacionados com a situação atual da empresa, tais como, do processo produtivo, logístico e erros atuais que a fábrica pretende reduzir.
- A nível tático as decisões estão relacionadas com a operação do armazém, fluxos de produtos e operadores, *layout*, metodologias de *picking* e armazenagem. Desenvolver novos planos e programar novos procedimentos para as operações.

- No nível operacional, com foco na atividade de *picking*, terá que se decidir quais são os melhores métodos e sistemas de apoio à atividade, considerando as suas especificações técnicas, possíveis alterações e o seu impacto no sistema.

Na figura 3.1 encontram-se resumidos os pontos essenciais, referidos anteriormente.

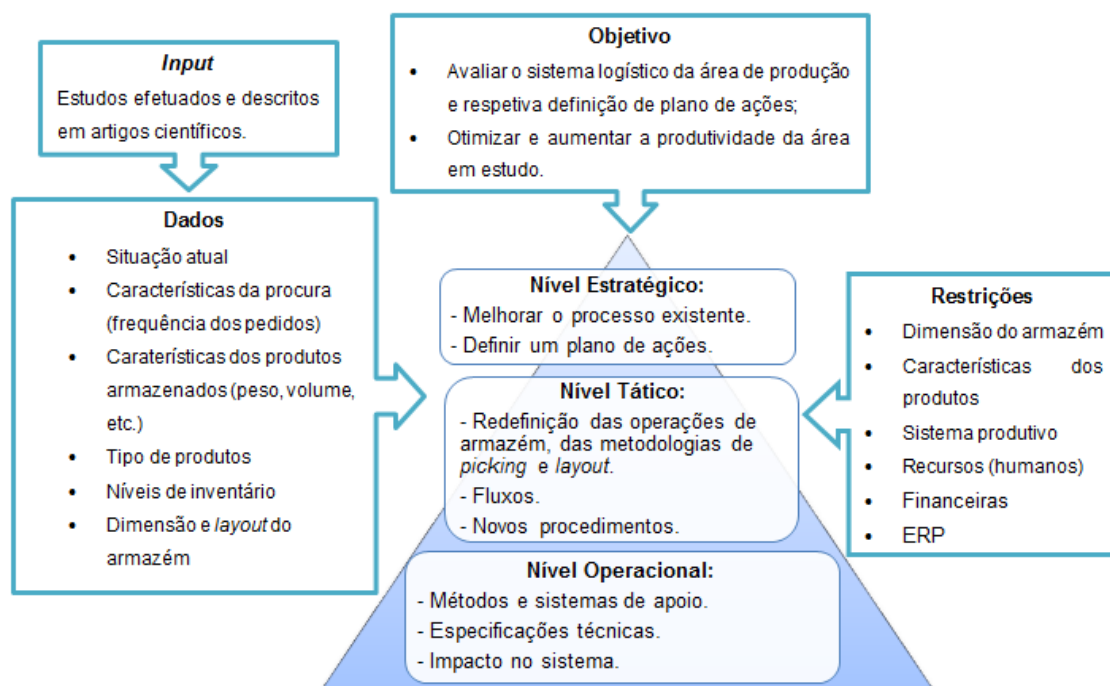


Figura 3.1 - Esquema de análise para a implementação de melhorias na armazenagem e *picking*.

Para dar resposta à questão de como selecionar os sistemas de *order-picking* mais adequados a armazéns, Dallari et al. (2009) desenvolveram um modelo composto por quatro fases distintas: dados de entrada (*input*), seleção, avaliação e detalhe final.

A proposta de modelo de estudo, apresentado na figura 3.2, é uma adaptação ao modelo de Dallari et al. (2009), o qual será ensaiado no caso de estudo apresentado no capítulo seguinte. Com esta adaptação, pretende-se: identificar as áreas críticas de melhoria, eliminar os desperdícios e as ações desnecessárias e posteriormente implementar medidas que resultem em melhorias, focando-se nas ações que criam valor; incluir a seleção dos métodos de auxílio ao *order-picking* (compostos pelos métodos de armazenagem, recolha de artigos e rotas) e gestão da informação no armazém. O objetivo passa por através da identificação e eliminação de desperdícios, aumentar a qualidade dos serviços de armazenagem. Assim, o modelo proposto será composto apenas por três etapas: a etapa inicial, a de seleção e uma última etapa, a de avaliação. A Etapa de detalhes finais não foi incluída no modelo proposto pois com ela pretendia-se aperfeiçoar o sistema de *picking* a partir da análise de aspetos como: métodos de rotas e armazenagem. Métodos esses que foram incluídos ao longo do modelo.



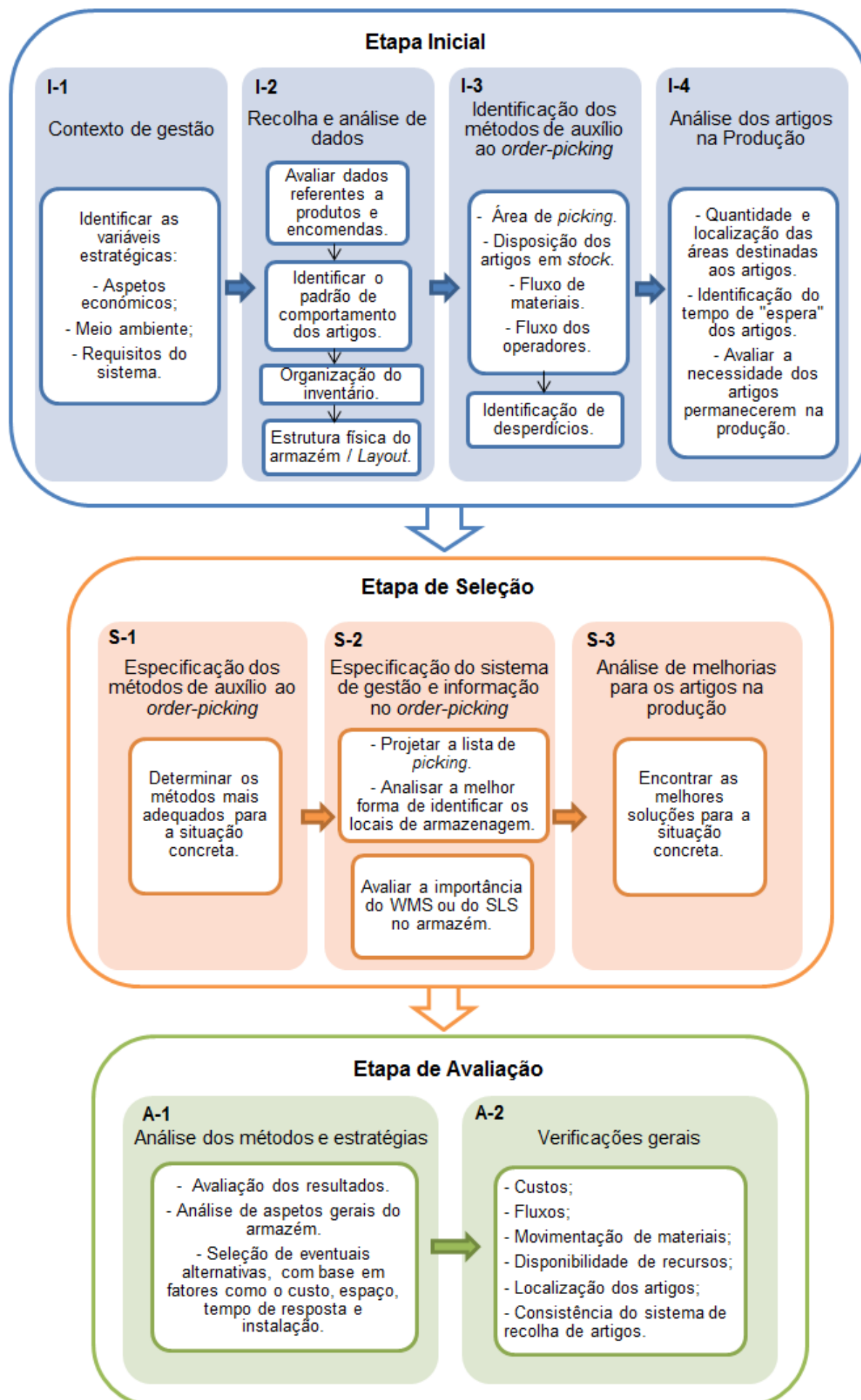


Figura 3.2 – Proposta do modelo em estudo.

### 3.1. Etapa Inicial (I)

Comparativamente com o modelo original, a Etapa inicial não sofrerá alterações profundas, pois nesta etapa pretende-se essencialmente perceber a atual estrutura, organização e funcionamento das diversas atividades realizadas em armazém. Como o objetivo é avaliar o sistema logístico da Produção, também é importante verificar como está a ser gerida a informação em armazém e a armazenagem dos artigos na produção. Na fase I-2, recolha e análise de dados, incluiu-se a “estrutura física do armazém” pois é um fator importante na organização do armazém, logo, deve também ser analisado. A fase I-3, originalmente consistia na “identificação da estrutura do sistema de *order-picking*”. Como, também se pretende abordar os métodos de armazenagem e rotas, esta fase foi adaptada para os incluir. Acrescentou-se, também, a “identificação de desperdícios”, pois só através da identificação e eliminação de desperdícios é possível aumentar a produtividade e a qualidade dos serviços e produtos. Por último, foi acrescentada a fase I-4 para que se possa analisar a armazenagem de artigos na produção.

Nesta etapa, pretende-se clarificar qual é o atual contexto de gestão, para tal são listadas as variáveis estratégicas que incluem os aspetos económicos, meio ambiente e requisitos do sistema. Seguidamente é efetuada a recolha e a análise de dados, onde se pretende avaliar os dados referentes a produtos e encomendas, de modo a identificar o padrão de comportamento dos artigos e tomar decisões acerca dos métodos de armazenagem (organização do inventário). Nesta fase é importante, também, começar a identificar eventuais desperdícios relacionados com o armazém. A fase I-3 consiste em especificar os métodos de auxílio do *order-picking*, sendo portanto necessário identificar a área de *picking*, o seu *layout*, a disposição dos artigos e o fluxo de materiais e operadores nos departamentos. Devem ser identificadas as várias atividades que consomem recursos e que não acrescentam valor, ou seja, identificação dos desperdícios. Por último, na fase I-4, pretende-se analisar os artigos que se encontram na produção e o respetivo tempo de “espera”, para tal, será necessário: identificar a quantidade e a localização das áreas destinadas aos artigos e avaliar a necessidade dos mesmos permanecerem na produção, tal como, o tempo de resposta que o armazém leva a fornecer a produção.

As fases I-2, I-3 e I-4 consistem em identificar os processos que podem ser melhorados na logística interna da unidade fabril. Para o efeito serão realizadas entrevistas informais e observações que se focarão, principalmente, no funcionamento do armazém e no processo de abastecimento da produção. Pretende-se, também, avaliar o processo de *order-picking*, que é realizada no armazém e está diretamente relacionada com o abastecimento à produção.

Face ao exposto, será necessário fazer um primeiro levantamento de dados sobre as características e o funcionamento do armazém, de modo a recolher o máximo de informação

possível referente à armazenagem de artigos, recolha de artigos, *layout* e estrutura do armazém atuais. A armazenagem não é nada mais do que a gestão do espaço e do tempo e para reduzir os desperdícios começa-se por identificar a má utilização de ambos. Outras informações importantes a recolher são:

- Procedimentos utilizados;
- A sequência de operações efetuadas;
- Os tempos das diferentes operações;
- Funções desempenhadas pelos operadores;
- Procura dos artigos;
- Fluxo de materiais e operadores;
- Distâncias percorridas;
- Equipamentos utilizados.

Para a análise e o registo das operações dos processos em estudo pode ser necessário recorrer a técnicas de registos de dados, tais como, diagrama do processo, gráfico de análise e diagrama esparguete.

- O **diagrama de processos** é uma técnica que permite: descrever os passos a serem percorridos para a conclusão de determinada atividade, realizada por um operador; descrever as etapas a que é submetido o material ou a informação; registar a sequência de um processo. Permite ter uma visão global de um sistema e das etapas de um processo, bem como, a sua sequência de execução.
- O **gráfico de análise** consiste na representação de todas as atividades, que ocorrem em determinado processo, e pode ser aplicada em diversas áreas. Assim, esta ferramenta permite identificar possíveis oportunidades de melhoria, bem como identificar as operações em que se deve atuar. Ao identificar os recursos subaproveitados, deve-se então atuar de modo a aumentar a produtividade e os fluxos de material e informação. O gráfico de análise permite classificar todas as atividades necessárias para executar determinado processo em estudo identificando-as de acordo com as seguintes classes: operação, transporte, armazenagem, inspeção e espera. A figura 3.3 apresenta o significado de cada um dos símbolos utilizados no gráfico de análise.
- O **diagrama esparguete** é uma ferramenta visual usada para representar o fluxo de materiais, informação ou pessoas em determinada instalação. É normalmente usado quando se pretende melhorar o estado atual do processo e pode ser usado em qualquer altura. Dá-nos uma visão sobre as distâncias percorridas e quais os locais e quantas vezes é que o operador os visita. Mostra claramente os desperdícios de

movimento e transporte feitos nas operações do dia-a-dia, para além de que facilmente se identifica problemas de *layout* que originam má circulação, viagens extra e tempo desperdiçado. Chama-se diagrama de esparguete porque, como os materiais, informação ou os operadores se deslocam por toda a parte sem qualquer coordenação, o resultado normalmente parece-se com um prato de esparguete (G. Ross, 2013).






Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Operação		Inspeção
	Transporte		Espera
	Armazenagem		

Figura 3.3 - Significado dos símbolos utilizados no gráfico de análise.

### 3.2. Etapa de Seleção (S)

A etapa de seleção será onde foram introduzidas mais alterações. A lógica é semelhante à etapa anterior, ou seja, pretende-se englobar os métodos de auxílio ao *order-picking*. A fase S-1 original consistia na “identificação dos sistemas de *order-picking*”, esta foi substituída pela “especificação dos métodos de auxílio ao *order-picking*”. A fase S-2 consistia na especificação de equipamentos tendo em conta o sistema adotado. Como a maioria do *picking* realizado é manual e devido ao grande investimento que é necessário para automatizar um sistema de *picking*, o modelo proposto focar-se-á em como melhorar o *picking* manual. Onde a gestão da informação no armazém tem um papel importante. A fase S-3 foi adaptada para que se possa dar resposta à fase I-4, ou seja, encontrar soluções que permitam melhorar o sistema atual da armazenagem de artigos na produção. Originalmente, esta fase consistia em analisar em pormenor as áreas de *picking* (como por exemplo, avaliar a sua quantidade, localização e dimensionamento, como também o seu desempenho), tarefa que será efetuada em I-3.

Para especificar os métodos de auxílio ao *order-picking*, primeiro, terá que se avaliar quais são os métodos mais adequados a cada situação em concreto. Na segunda fase pretende-se especificar a informação necessária no *order-picking*, tal como, a conceção de uma lista de *picking* adequada à atividade e identificação dos locais de armazenagem e de seguida analisar a eventual necessidade de um sistema de gestão de armazéns. Por último, analisar as melhores soluções para reduzir o tempo de permanência dos artigos na produção e para corrigir eventuais erros na sua armazenagem.

### 3.3. Etapa de Avaliação (A)

Na Etapa de avaliação não haverá alterações. Os passos a seguir são os mesmos do modelo original, mas o que irá ser avaliado é diferente. As fases desta etapa terão que ser adaptadas tendo em conta as alterações efetuadas nas etapas anteriores.

Nesta última etapa pretende-se avaliar e analisar os resultados das alterações implementadas, ou seja, verificar o impacto que tiveram nos sistemas que sofreram alterações. Após realizada uma última análise, se se verificar alguma anomalia é feita uma seleção de eventuais alternativas, com base em fatores como o custo, espaço, tempo de resposta, instalação, etc. As verificações a fazer normalmente englobam: custos, fluxos (de informação, materiais, operadores), movimentação de materiais, a disponibilidade de recursos em quantidade suficiente e quando necessário, a correta localização dos artigos, a consistência do sistema de recolha de artigos, entre outros.

O modelo de estudo proposto encontra-se ainda mais detalhado na figura 3.4, com o intuito de expor com maior detalhe as interfaces das várias etapas do processo. A etapa inicial corresponde à cor azul, a etapa de seleção a cor laranja e etapa de avaliação a cor verde.

Face ao modelo apresentado e de acordo com os métodos de auxílio ao *order-picking* disponíveis, proceder-se-á à recolha da informação necessária para escolher entre as várias opções. Os métodos a aplicar devem ser adaptados ao caso de estudo. Tendo em conta as diferentes vantagens, desvantagens e requisitos necessários para a sua implementação, é possível selecionar e implementar a opção considerada como a mais adequada. Pode-se melhorar as técnicas já utilizadas ou, caso seja necessário, aplicar outras.

A implementação de novos métodos e ferramentas vai implicar a readaptação dos operadores. Os operadores têm um papel importante para que as melhorias sejam verdadeiramente atingidas, pois são eles que garantem a correta aplicação dos mesmos. O processo de implementação é procedido de uma avaliação, na qual se retiraram as conclusões finais do estudo.

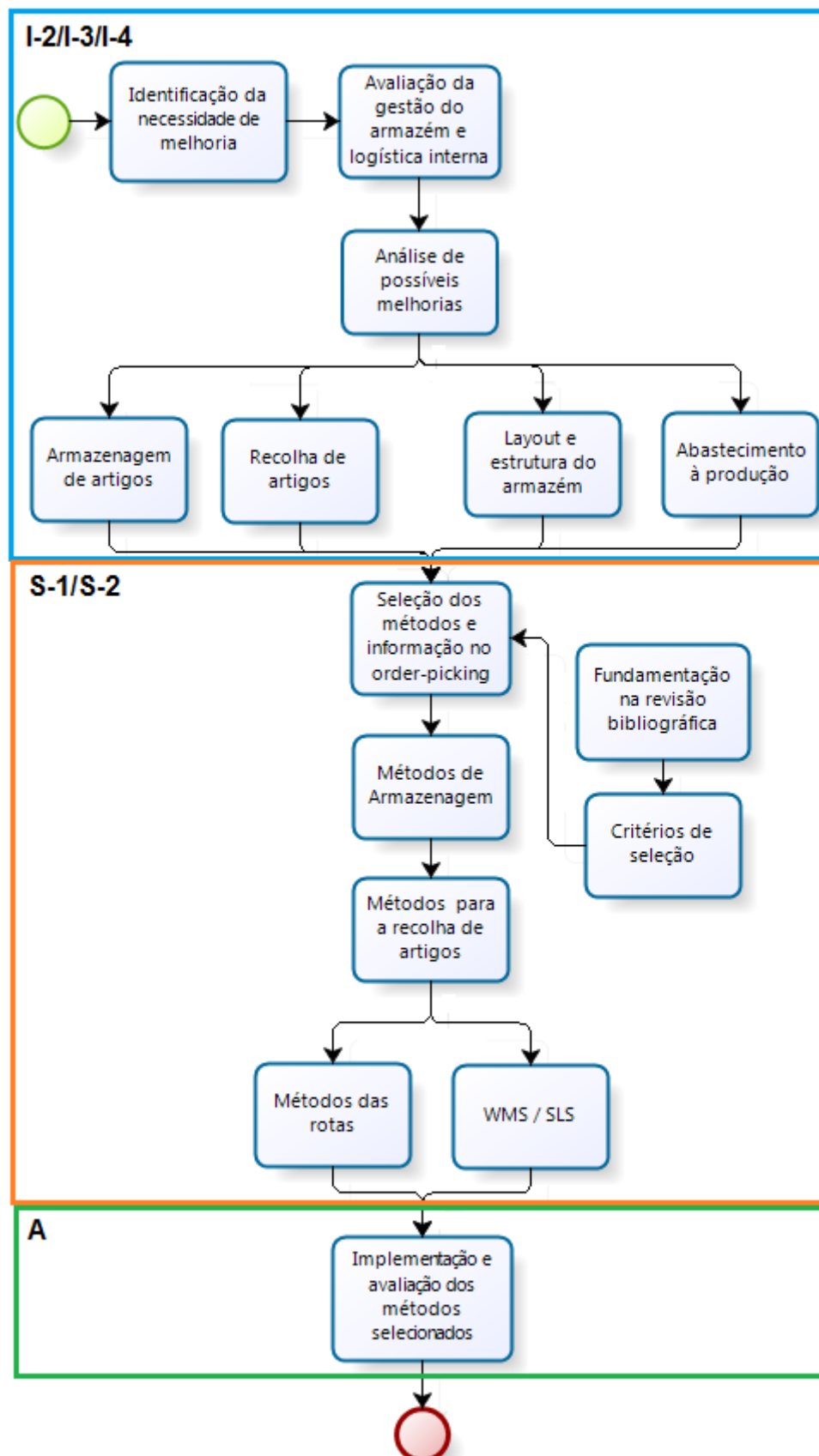


Figura 3.4 - Processo para análise e seleção dos métodos mais adequados ao sistema.

## Capítulo 4 - Implementação do modelo proposto: caso de estudo

Neste capítulo é apresentado o caso de estudo com o propósito de alcançar os objetivos propostos. Este capítulo está dividido em sete subcapítulos. No primeiro subcapítulo é feita a apresentação da empresa a nível internacional e nacional, bem como, da Fábrica do Sabugo. Os restantes subcapítulos estão divididos entre a descrição dos processos no armazém e na produção, os respetivos diagnósticos, resultados e propostas de melhoria.

### 4.1. Apresentação da empresa

Em 1847 Werner von Siemens e Johann Georg Halske fundaram, na Alemanha, a *Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske*, onde produziam e instalavam telégrafos de ponteiro. Ao longo dos anos, foram sendo fundadas várias empresas ligadas à *Siemens & Halske*, inclusive a *Siemens Schuckertwerke* (companhia de eletricidade fundada em 1903) e a *Siemens-Reiniger-Werke* (empresa especializada em equipamentos médicos fundada em 1932). As três empresas, consideradas as maiores do grupo, em 1966, uniram-se para formar a *Siemens AG*.

Atualmente, a *Siemens AG* encontra-se em 190 países, emprega cerca de 370.000 pessoas e opera em diversas áreas de negócio, tais como: infraestruturas inteligentes (*Infrastructure & Cities Sector*), indústria (*Industry Sector*), energia (*Energy Sector*), cuidados de saúde (*The Healthcare Sector*), telecomunicações e transportes, detendo mais de 290 instalações produtivas e fabris, edifícios de escritórios, armazéns, centros de pesquisa e desenvolvimento e escritórios de vendas. No ano de 2012 a *Siemens* reestruturou a sua organização, com o objetivo de melhor servir o cliente. A empresa é atualmente formada por 4 setores, subdivididos em 15 divisões. Na figura 4.1 encontram-se os diversos setores com as respetivas receitas anuais em 2012 (Fonte: <http://www.siemens.com/history/en/history/index.htm> em 5/6/13).

A *Siemens* procura a melhoria contínua para que continuamente supere os seus concorrentes, e tornar-se líder de mercado em todas as áreas de negócio em que estão inseridas. Os seus valores, visão e estratégia, vão ao encontro destes objetivos (ver figura 4.2).

#### 4.1.1. Siemens em Portugal

A empresa tem desempenhado um papel ativo no desenvolvimento económico de Portugal. O primeiro fornecimento da *Siemens* em Portugal data de 1876, forneceu um forno contínuo com regeneração do calor, para a indústria vidreira na Marinha Grande. Em 1905, foi instalada em Lisboa, a primeira sucursal portuguesa da Companhia Portuguesa de Electricidade *Siemens-Schuckert, Lda*.

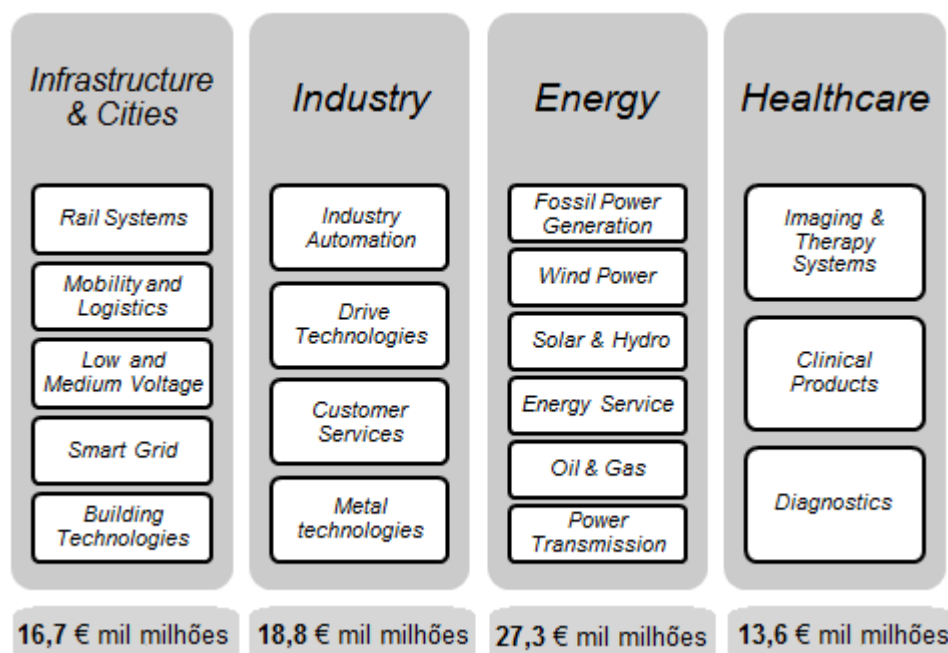


Figura 4.1 - Estrutura organizativa da Siemens e receitas anuais em 2012 por setor (Fonte: [https://www.swe.siemens.com/portugal/web\\_nwa/pt/PortalInternet/SalaImprensa/rc2012/Pages/default.aspx](https://www.swe.siemens.com/portugal/web_nwa/pt/PortalInternet/SalaImprensa/rc2012/Pages/default.aspx) em 5/6/13).

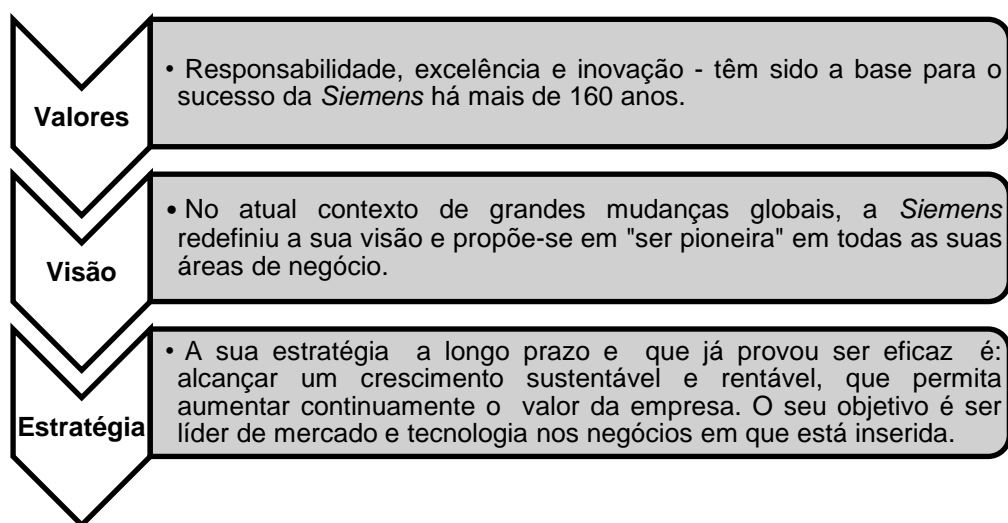


Figura 4.2 - Valores, visão e estratégia da *Siemens AG*  
(Fonte: <http://www.siemens.com/about/en/values-vision-strategy/values.htm> em 5/6/13).

O grupo *Siemens Portugal* encontra-se em diversas áreas de desenvolvimento, tais como: redes elétricas inteligentes (*smart grid*), energia e tecnologias de informação para o setor da saúde. Encontra-se associado a diversas atividades nas áreas da engenharia elétrica e eletrónica, bem como à produção de transformadores e quadros elétricos nas fábricas do Sabugo e de Corroios, respetivamente. Integra, também, um conjunto de empresas próprias ou participadas que operam em diversas áreas de negócio, são elas: *Osram, Lda.* (material de iluminação e acessórios), *Fujitsu Siemens Computers* (computadores e serviços), *Nokia Siemens Networks* (infraestruturas de telecomunicações), *BSH Household Appliances* (electrodomésticos), *Indelma* (fábrica de cablagens para a indústria automóvel), bem como



*Infineon Technologies*, S.A. (semicondutores) e *Epcos*, S.A. (condensadores de tântalo). Na figura 4.3 encontram-se os diversos setores de participação da *Siemens* em Portugal, bem como as empresas participadas. Tem atualmente cerca de 1460 colaboradores e no ano fiscal de 2012, em Portugal, as suas vendas ascenderam aos 270 milhões de euros e as novas encomendas totalizaram quase 252,6 milhões de euros (Fonte: [https://www.swe.siemens.com/portugal/web\\_nwa/pt/PortalInternet/QuemSomos/historia/Pages/Historia.aspx](https://www.swe.siemens.com/portugal/web_nwa/pt/PortalInternet/QuemSomos/historia/Pages/Historia.aspx) em 8/8/13).

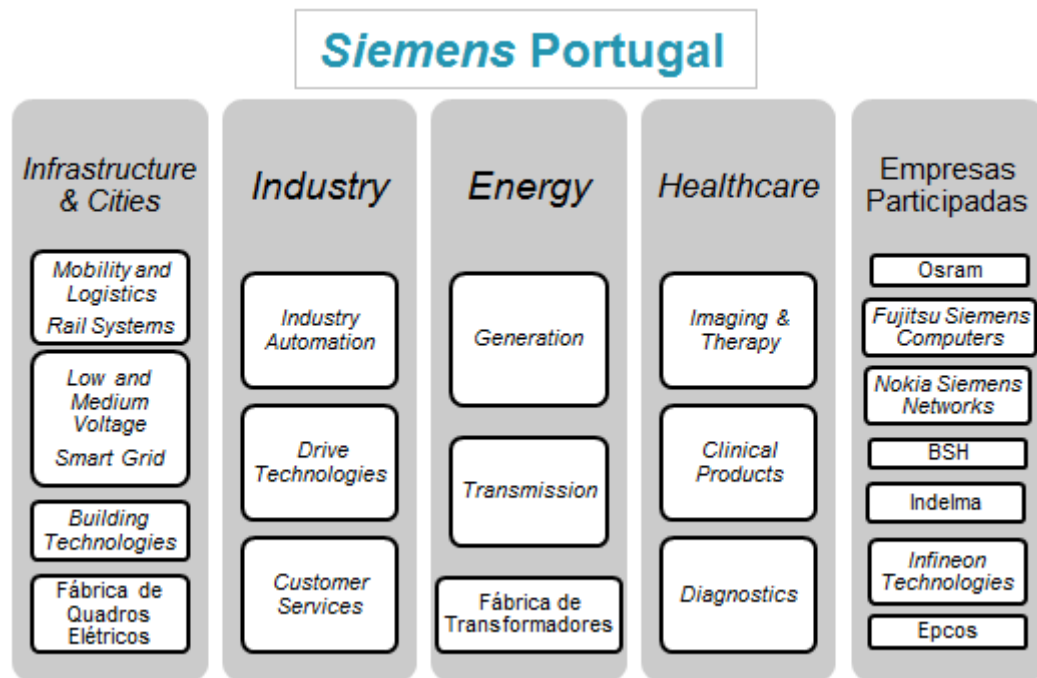


Figura 4.3 - Setores e empresas da Siemens em Portugal (Fonte: [https://extranet.siemens.pt/cmc/relatorio\\_e\\_contas/apresentacoes\\_siemens\\_SA/portugues/Siemens\\_Portugal\\_12-13.pdf](https://extranet.siemens.pt/cmc/relatorio_e_contas/apresentacoes_siemens_SA/portugues/Siemens_Portugal_12-13.pdf) em 8/8/13).

#### 4.1.2. Fábrica de Transformadores do Sabugo

A ENAE (Empresa Nacional de Aparelhagem Elétrica) na década de 50 (séc. XX), sob a licença da *Siemens*, iniciou o fabrico de motores elétricos e transformadores de potência. Em 1960 foi criada uma nova unidade - a Motra - Equipamentos Elétricos S.A.R.L. que tinha como objetivo a comercialização dos produtos da ENAE (motores e transformadores).

Em 1962 a *Siemens* adquiriu a Motra e no ano seguinte, deu início à construção da fábrica no Sabugo. A fábrica do Sabugo foi projetada com automação da maior parte do seu equipamento e com métodos modernos de organização de trabalho.

No final de 1964 inauguraram-se as novas instalações da empresa que funcionava como associada do grupo para a produção de transformadores, motores, eletrobombas e ferramentas elétricas. A *Siemens* - Companhia de Electricidade, S.A.R.L. assumiu a distribuição da

produção da fábrica do Sabugo, que incluía transformadores de grandes dimensões com grande procura no mercado para várias instalações elétricas importantes, caso de Cahora Bassa, em Moçambique.

Em 1969 foi criada uma linha de produção de matrizes para memórias de computadores, de circuitos integrados híbridos e de componentes para amplificadores. Estas novas produções deram origem a uma nova unidade funcional, a Divisão Eletrónica, que mais tarde foi autonomizada em unidade fabril própria.

Em Fevereiro de 1977 encerrou a fabricação de motores, reorganizando-se a produção apenas para transformadores (de distribuição e de potência), sendo que em 1996, criou-se um centro de desenvolvimento na fábrica do Sabugo para transformadores a óleo, com o objetivo de se tornar um centro de competência da área para toda a Europa.

A figura 4.4 apresenta as atuais instalações da fábrica.



Figura 4.4 - Vista área das instalações da fábrica de transformadores do Sabugo (Fonte: <http://www.siemens.co.ao/pool/events/connect-to-siemens-angola/transformadores.pdf> em 23/05/2013).

#### ❖ Contexto de gestão

No modelo, apresentado anteriormente, esta secção corresponde à fase **I-1: Contexto de gestão**, da Etapa Inicial (ver figura 4.5).

A exportação, que sempre foi um dos pontos fortes da Fábrica em anos anteriores, foi uma vez mais em 2013 um foco de desenvolvimento de negócio, com destaque para as encomendas destinadas à Argélia, Alemanha, Angola, Emirados Árabes Unidos e África do Sul, entre outros países.

Recentemente tornou-se um centro-piloto de transformadores de grande distribuição (*Large Distribution Transformers* - LDT) juntamente com a fábrica de transformadores da *Siemens* na Colômbia, Brasil e Paquistão, que são as únicas fábricas no universo da *Siemens* com competências para o fornecimento deste tipo de transformadores. A Fábrica do Sabugo lançou,

também, o primeiro transformador *Plug & Play* construído em alumínio, na *Siemens*. Este produto inovador foi construído para responder às necessidades da empresa espanhola REVSA e disponibiliza 8 MVA e 6,6kV. Além de permitir uma significativa redução de custos na aquisição de material, a utilização do alumínio permite explorar novas oportunidades de mercado, em especial no segmento de LDT.

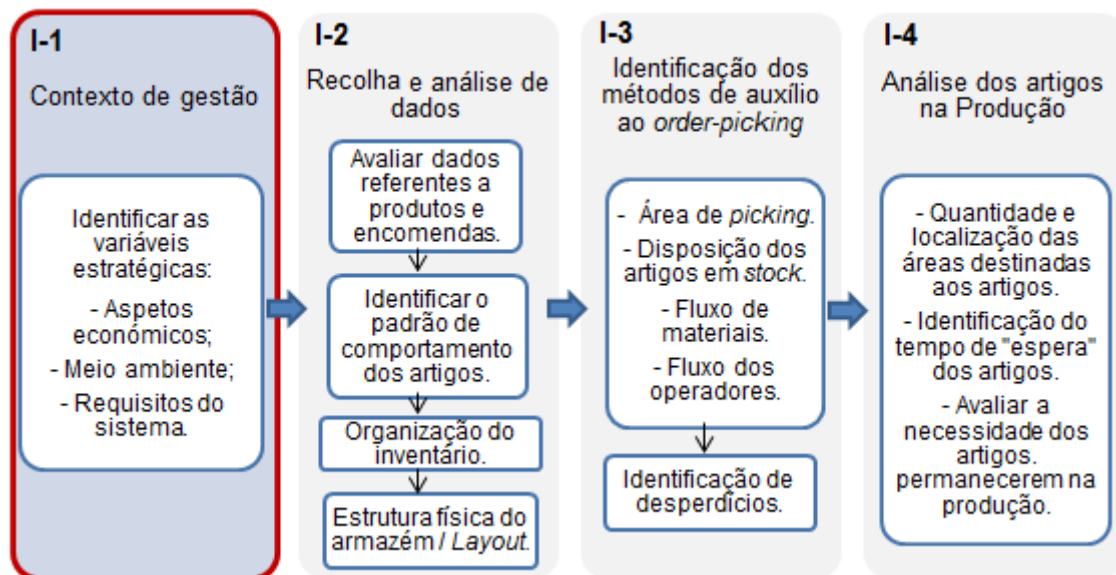


Figura 4.5 - Fase I-1 da etapa inicial do modelo.

Uma das áreas de atividade que abre melhores perspectivas iniciou-se em 2012, com a primeira encomenda dos novos transformadores ATEX (*Atmosphere Explosive*), a qual tinha como destino uma plataforma petrolífera na Noruega. O desenvolvimento da produção deste tipo de transformadores funciona como uma marca do posicionamento da Fábrica, que pretende alargar as suas competências (Fonte: [https://www.swe.siemens.com/portugal/web\\_nwa/pt/PortalInternet/SalaImprensa/dialogo/Documents/Dialogo\\_76.pdf](https://www.swe.siemens.com/portugal/web_nwa/pt/PortalInternet/SalaImprensa/dialogo/Documents/Dialogo_76.pdf) em 21/09/13).

Quanto às vendas em Portugal, o destaque vai para o negócio efetuado com a ENEOP. O negócio consiste na construção dos seus parques eólicos, no qual foram fornecidos transformadores de potência, assim como várias unidades de distribuição (Fonte: [https://www.swe.siemens.com/portugal/web\\_nwa/pt/PortalInternet/QuemSomos/historia/Pages/Historia.aspx](https://www.swe.siemens.com/portugal/web_nwa/pt/PortalInternet/QuemSomos/historia/Pages/Historia.aspx) em 8/8/13).

A Fábrica apresenta um sistema produtivo praticamente manual, dividido em quatro fases principais, que são abastecidas pelo armazém da fábrica. O armazém tem como principal função armazenar e fornecer materiais para a produção, desta forma, assim que a produção solicita material, o armazém tem de disponibilizá-lo no tempo certo e nas quantidades certas. É importante que não haja atrasos na logística interna, pois assim irá atrasar a produção dos transformadores e por sua vez as respetivas encomendas. É importante para a Fábrica manter

todos os seus sistemas operacionais e sem falhas, só assim se evitam gastos desnecessários. Todas as alterações a fazer devem envolver o menor custo possível, ou seja, existem restrições financeiras relativamente à implementação e alteração de novos métodos ou sistemas.

#### 4.1.2.1. Produto

A principal atividade da fábrica do Sabugo é conceber e produzir transformadores de distribuição, mais especificamente transformadores do modelo LDT (*Large Distribution Transformers*). Existem 11 modelos de transformadores LDT, com potências até 40 MVA e com tensão máxima de 72.5 kV. Apesar de a maior produção ser da gama LDT, também, são produzidos outros tipos de transformadores, tais como, transformadores de distribuição a óleo (DT) até 10 MVA/36 kV, transformadores de potência (PT) até 250 MVA/245 kV, transformadores de indústria até 30MVA e transformadores para parques eólicos até 3,800 kVA / 30 kV.

Estes transformadores são normalmente trifásicos e cada um deles é exclusivo, ou seja, o cliente é que define quais são as suas características, tornando-o assim num “fato à medida”. São projetados segundo características individuais tais como tensão, potência, nível de ruído, configuração do sistema de distribuição de energia, entre outros.

Na figura 4.6 encontra-se um exemplo de um transformador de potência fabricado pela *Siemens*.



Figura 4.6 - Transformador de potência *Siemens* (Fonte: <http://www.energy.siemens.com/br/pt/transmissao-de-energia/transformadores/transformadores-de-potencia/pequenos-transformadores.htm> em 27/6/13).

## 4.2. Descrição dos processos no Armazém

Este projeto foi desenvolvido no departamento de Logística, mais especificamente no armazém. O objetivo do projeto é melhorar o sistema logístico, bem como, os processos de abastecimento da produção. Como tal, neste capítulo, é fundamental analisar e explicar detalhadamente todo o processo logístico e o funcionamento dos procedimentos atuais existentes. No modelo, apresentado anteriormente, este subcapítulo corresponde à fase **I-2: Recolha e análise de dados**, da Etapa Inicial (ver figura 4.7).

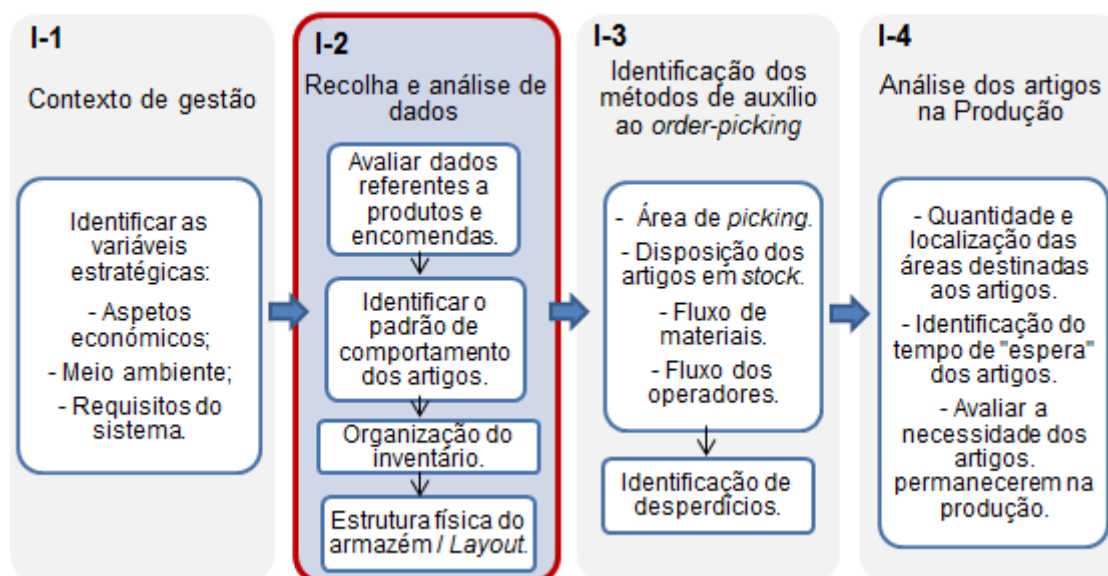


Figura 4.7 - Fase I-2 da etapa inicial do modelo.

O modelo de estudo proposto tem como finalidade ajudar a projetar um novo armazém. Como tal os primeiros passos desta fase I-2 não serão abordados, são eles, “avaliar dados referentes a produtos e encomendas” e “identificar o padrão de comportamento dos artigos”, visto que se está a estudar um armazém já existente e com certas características definidas e imutáveis. Com os passos referidos pretendia-se saber várias características dos artigos, tais como volume, dimensão, peso, tamanho, forma, estrutura e dados históricos das encomendas e rotação de inventário, para posteriormente se perceber como os armazenar e onde (paletes, caixas, etc.). As características físicas dos artigos condicionam a forma como são geridos e manuseados, a partir destas características seriam definidos grupos de trabalho, dimensionadas zonas e equipas de manutenção. No presente caso de estudo não se pretende alterar estes fatores, como tal não serão abordados os passos referidos anteriormente.

O departamento de Logística tem como funções principais gerir todas as atividades ligadas ao armazém, tais como: a receção e o armazenamento de materiais; o transporte de transformadores e acessórios; a movimentação interna de materiais, que implica, fornecer e

movimentar o material necessário para cada fase da produção. Na figura 4.8 encontram-se os *inputs*, *outputs* e os processos pelos quais o departamento de Logística é responsável.

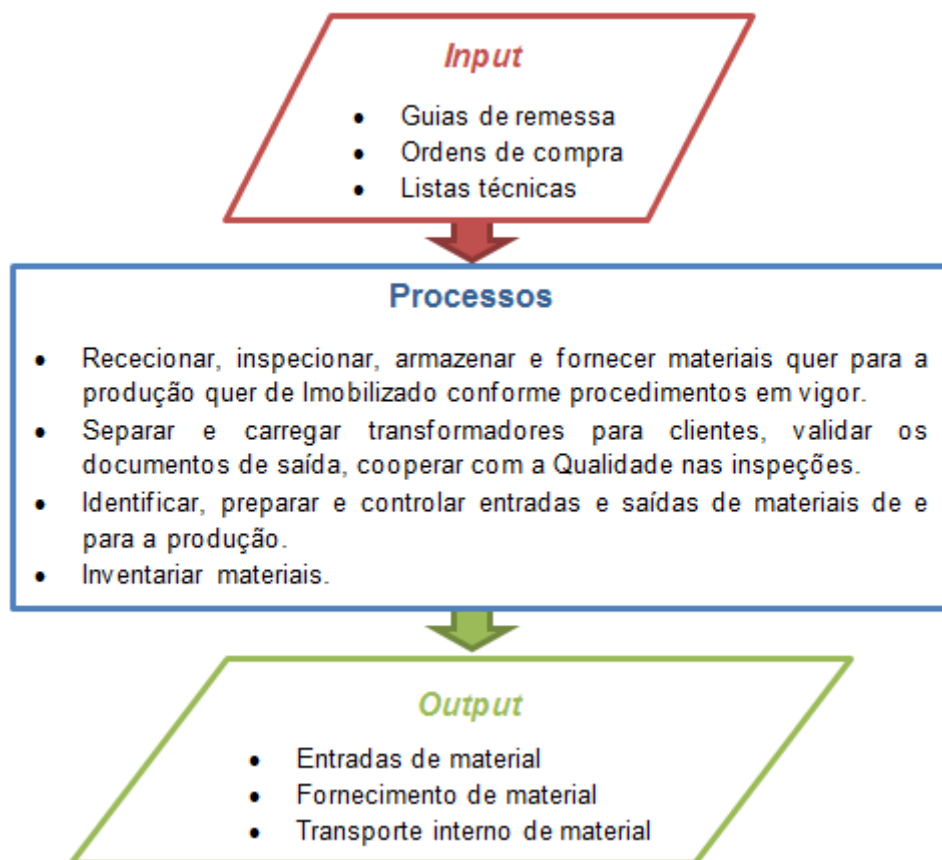


Figura 4.8 - *Inputs*, processos e *outputs* do departamento de Logística da fábrica do Sabugo.

No armazém é onde se encontra a maioria da matéria-prima para a produção dos transformadores. Para além do armazém, existem mais catorze locais de armazenamento ao redor da fábrica. Esses locais servem para armazenar material não conforme, tintas, óleos, gases, radiadores, resíduos ou transformadores acabados. Estas áreas encontram-se no exterior devido ao elevado espaço físico que estes materiais necessitam. No Anexo A é possível ver o *layout* destes locais de armazenamento.

Embora os materiais referidos anteriormente façam parte da gestão do departamento de logística, o trabalho realizado neste projeto não inclui qualquer tipo de análise a estes locais de armazenamento, apenas ao armazém. Isto porque os materiais que se encontram nestes locais têm características muito específicas de acondicionamento. A armazenagem destes materiais só pode ser feita nos locais próprios para cada tipologia e de acordo com certos requisitos de segurança.

#### ❖ Estrutura física do armazém / *Layout*

O armazém está, então, dividido em quatro áreas consoante o tipo de matéria-prima:



- Material Auxiliar;
- Cobre;
- Material isolante e comutadores;
- Material ao projeto e comissionamento de material.

Na área dos cobres é armazenado o cobre específico para cada projeto mas também para *stock*. Na área de comissionamento é realizada a recolha (*picking*), a separação e a arrumação do material para cada projeto nos “carros de obra” (CO - estantes móveis que servem como depósito dos artigos recolhidos). Esta área armazena artigos com uma dimensão que permite facilmente aos operadores transportá-los. É composta por dois corredores, sendo que um corredor é composto por um conjunto de catorze estantes e o outro por um conjunto de catorze estantes à direita e dezoito estantes à esquerda, como se verifica na figura 4.9.



Figura 4.9 - Corredor localizado na área de comissionamento de material.

A cada conjunto de estantes (rua) é atribuído uma letra e a cada uma das estantes, um número (ver figura 4.10). Estas são as designações que servem para identificar o local de armazenagem dos artigos.



Figura 4.10 - Exemplo de como são identificadas as estantes.

Encontra-se, ainda, nesta área uma secretária com um computador, um armário e quatro estantes de menor dimensão, que contêm material de parafusaria. Estas últimas estantes não têm qualquer sistema de identificação.

Na figura 4.11 está representado o *layout* do armazém de matéria-prima, onde é possível visualizar cada uma das áreas apresentadas anteriormente.

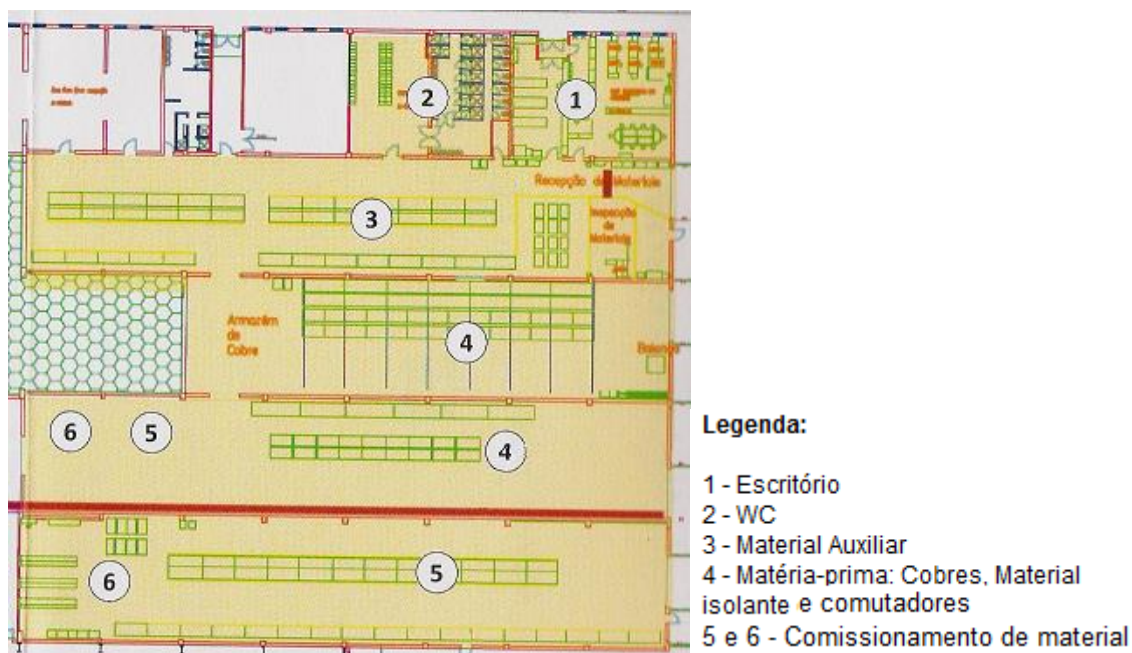


Figura 4.11 - Layout do armazém.

No armazém trabalham oito colaboradores, cada um com as suas responsabilidades, tal como está indicado na tabela 4.1.

Relativamente ao equipamento disponível em armazém para uso dos operadores, estes têm à sua disponibilidade veículos de movimentação de cargas, tal como, empilhadoras e porta-paletes. A empilhadora tem como função principal empilhar, retirar e transportar material do armazém para a produção. O porta-paletes é usado apenas em armazém, para retirar material das estantes que está inacessível ao operador.

#### 4.2.1. Receção e armazenamento de materiais

A atividade de receção começa aquando da chegada da mercadoria ao armazém. Inicialmente é solicitada ao transportador a guia de entrega, para verificar o teor da mercadoria a rececionar. Depois de validada a informação existente na documentação de acompanhamento, é feito um controlo visual ainda em cima do camião para detetar algum problema.



Tabela 4.1 - Tarefas de cada Colaborador do departamento de Logística.

Colaborador	Tarefas
<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão e coordenação das atividades ligadas ao Armazém (descarga/armazenamento de material, carregamento de transportes / acessórios e movimentação interna);</li> <li>Definir os objetivos da equipa, analisar os desvios ocorridos e implementar as ações corretivas e preventivas;</li> <li>Melhorar permanentemente os processos de forma a otimizar os recursos disponíveis;</li> <li>Emitir os procedimentos e outra documentação relevante para o processo.</li> </ul>
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelar pela manutenção dos objetivos do programa 5S's na área de escritório;</li> <li>Efetuar os movimentos de materiais no sistema SAP, identifica-los e informar a sua chegada;</li> <li>Elaboração de guias de remessa e de transporte e manter organizado o arquivo documental.</li> </ul>
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelar pela manutenção dos objetivos do programa 5S's nas áreas de Armazém;</li> <li>Efetuar as descargas de material, identificá-lo e avaliar as quantidades e conformidade legal da documentação associada aos materiais rececionados;</li> <li>Manter arrumado todo o material em <i>stock</i> de forma organizada em função da sua tipologia;</li> <li>Apoiar na movimentação de materiais no sistema SAP e na movimentação interna de materiais para a produção.</li> </ul>
<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelar pela manutenção dos objetivos do programa 5S's nas áreas de Comissionamento;</li> <li>Efetuar a preparação de obra de acordo com o planeamento semanal na produção;</li> <li>Gestão do material visual e auxiliar e manutenção do <i>stock</i> de ferramentaria;</li> <li>Controlo do sistema de não conformidades;</li> <li>Armazenagem e movimentação dos materiais para as linhas de montagem.</li> </ul>
<b>E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelar pela manutenção dos objetivos do programa 5S's nas áreas exteriores;</li> <li>Carregamento de transformadores e de material;</li> <li>Manutenção do parque de taras;</li> <li>Movimentação interna de materiais e equipamentos, incluindo sucatas várias e desperdícios de produção.</li> </ul>
<b>F</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar as descargas de material, quantificá-lo, identificá-lo e arrumá-lo no seu local de armazenagem;</li> <li>Apoiar na manutenção dos <i>stocks</i> de material visual e auxiliar;</li> <li>Apoiar nos inventários permanentes e anuais;</li> <li>Apoiar nos carregamentos.</li> </ul>
<b>G</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar as descargas de material, quantificá-lo, identificá-lo e arrumá-lo no seu local de armazenagem;</li> <li>Apoiar na preparação de obra;</li> <li>Armazenagem e movimentação dos materiais para as linhas de montagem;</li> <li>Apoiar na manutenção dos <i>stocks</i> de material visual e auxiliar.</li> </ul>
<b>H</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transportar os materiais nos diferentes setores de armazenagem e produção;</li> <li>Transportar o produto acabado para a sua zona de estacionamento;</li> <li>Gestão do parque de resíduos externo e do parque de óleos;</li> <li>Apoiar no carregamento de transformadores e de material;</li> <li>Apoiar nas descargas de material e na manutenção do parque de taras;</li> <li>Verificar o equipamento, mantendo-o limpo e em condições operacionais de trabalho.</li> </ul>

Se no controlo visual for detetado algum problema de acondicionamento, deverá ser solicitada a presença de algum técnico do departamento da Qualidade para analisar o problema e decidir se deve ou não aceitar o material. Se o material for aceite, procede-se à sua descarga. Antes de arrumar o material em local apropriado, este fica estacionado provisoriamente para se proceder à sua inspeção qualitativa e quantitativa na área de receção. Se houver alguma anomalia, o material é retido na área destinada a material não conforme e é desencadeado um processo de devolução de material ao fornecedor. Caso o material esteja conforme deve ser identificado, com a etiqueta padronizada estabelecida consoante a sua natureza, e depois arrumado. Na figura 4.12, encontra-se um fluxograma com as operações realizadas na receção de mercadoria.

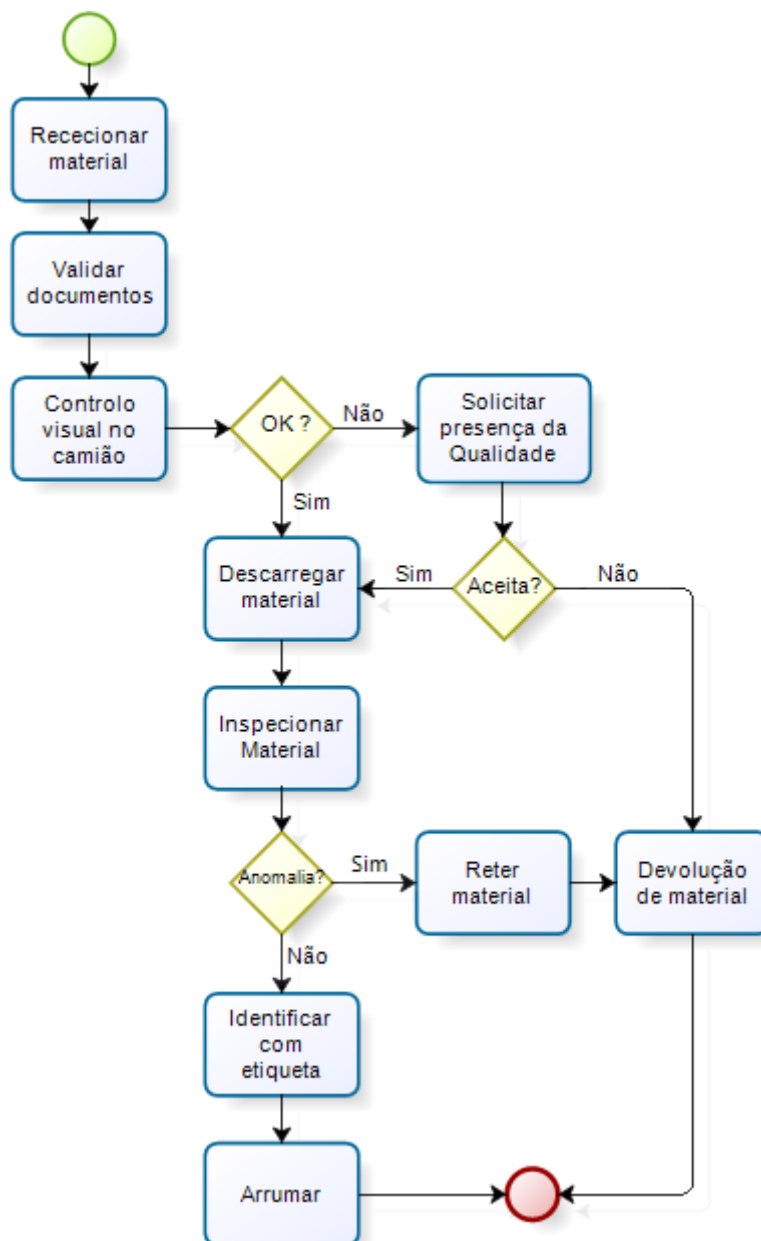


Figura 4.12 - Fluxograma com as operações realizadas na receção de mercadoria.

## ❖ Organização do inventário

Existem três tipos de etiquetas padronizadas: etiqueta de cor branca, para material de *stock* ou de projeto; etiqueta de cor verde, para material de gestão visual; etiqueta de cor amarela, para material auxiliar.

- O **material auxiliar** (etiqueta amarela) não incorpora os transformadores, mas incorporando não é vantajoso gerir por MRP. Antes de se efetuar uma encomenda deste tipo de material deve-se conferir a necessidade de o fazer, ou seja, verificar a quantidade de material existente. Grande parte do material auxiliar (parafusaria) é considerado fisicamente ou contabilisticamente no sistema como artigos de existência a zero. O comissionamento destes artigos tem por base o conceito logístico *Kanban*, caso existam caixas com um *stock* mínimo devem ser reabastecidas. O reabastecimento pode ser feito pelo responsável de comissionamento, pelo operador de armazém ou pelo fornecedor. O fornecedor é o responsável pelo reabastecimento do material gerido à consignação. As operações de reabastecimento são efetuadas uma vez por dia.
- O **material de *stock*** ou de **projeto** (etiqueta de cor branca) é gerido por MRP através do sistema SAP. As encomendas deste tipo de material são feitas individualmente para cada projeto, mas há casos em que isso não é possível. Certo tipo de matéria-prima só é rentável encomendar se for em quantidades definidas pelo fornecedor, devido aos seus custos. Quando este tipo de situação ocorre, o material que não é utilizado no imediato vai para *stock*, até que seja útil para outro projeto.
- O **material que é gerido visualmente** (etiqueta verde), não é gerido por MRP, pois a quantidade de material encomendada, muitas vezes, não corresponde à quantidade necessária durante a produção. Neste sentido, para se evitar que falte material durante a produção existe sempre um *stock* mínimo e antes de o encomendar verifica-se a sua existência em armazém.

Nas etiquetas de identificação do material consta, também, o número de referência e o nome do artigo, como se pode observar na figura 4.13.

Os materiais são armazenados de acordo com o método de armazenagem dedicada e são dispostos nos seus pontos de arrumação com base no pressuposto FIFO. O operador C ao armazenar um artigo, coloca-o num local onde já se encontrem outros com a mesma referência. Caso contrário, terá que procurar um local disponível para colocar o novo artigo, nas estantes destinadas para aquela tipologia de artigo.

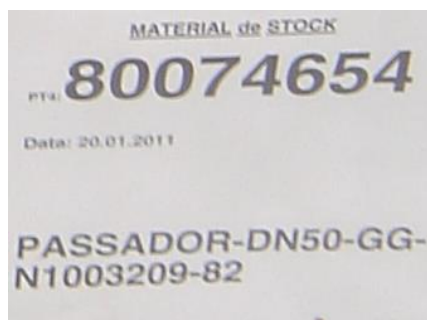


Figura 4.13 - Exemplo de identificação do material.

Todos os artigos na área de comissionamento de material, com exceção da parafusaria e chapas, encontram-se armazenados em caixas de madeira com uma dimensão de 118x79x40 cm (ver figura 4.14). Portanto, é possível testemunhar que a arrumação dos artigos não depende da sua dimensão, mas sim da dimensão das caixas.



Figura 4.14 - Caixas de arrumação dos artigos em armazém.

O material gerido ao abrigo de consignação é armazenado em local delimitado e identificado para o efeito. É o caso das madeiras, armazenadas na zona da carpintaria, e do material elétrico, armazenado na zona da preparação de tinas. Os *stocks* em consignação são abastecidos pelo fornecedor e armazenados nas instalações da fábrica, mas permanecem como propriedade do fornecedor até serem retirados para consumo.

A mercadoria de natureza combustível é armazenada no parque de gases, tal como os óleos e os lubrificantes são armazenados no parque de óleos, ambos os parques encontram-se no exterior.

#### **4.2.2. Comissionamento de material (*Order-Picking*)**

O *order-picking* é designado pelo departamento de Logística de comissionamento de material à obra, este, efetua-se com base em listas técnicas emitidas semanalmente pelo departamento do Planeamento. Neste processo, existe um operador que é responsável por imprimir as listas técnicas e de acordo com elas, separa fisicamente o material para cada projeto e arruma-o nos carros de obra (CO), sendo que um projeto pode incluir várias obras. Para cada projeto são preparados dois CO, um para a fase de pré-montagem e outro para a montagem dos transformadores. Os CO começam a ser preparados entre 2 a 3 semanas antes de serem necessários na produção. Existe esta necessidade pois assim é possível confirmar se os artigos pedidos, na lista técnica, se encontram em *stock*. Caso não se encontrem em *stock* são prontamente encomendados.

Quando o operador se desloca para recolher os artigos utiliza o porta-paletes, se este se encontrar disponível, caso contrário, fá-lo a pé. Se um grupo de artigos se encontrar na mesma zona, o operador recolhe e coloca-os no porta-paletes. Quando o artigo é recolhido, se necessário, é identificado com o número de material e da obra. Para os artigos de parafusaria é necessário fazer o mesmo procedimento, etiquetando-os. Após estas tarefas são, então, transportados e colocados no CO.

Se todo o material pedido nas listas tiver sido recolhido para o CO, o mesmo fica identificado com a designação de “obra completa”. Caso contrário, é verificado o material em falta e é feita a lista de faltas, esta é impressa e colocada no CO. À medida que os artigos chegam são colocados no CO. O comissionamento de material avulso ou que esteja em falta é efetuado periodicamente (4 vezes por dia), caso não seja possível prever com antecedência os artigos a comissionar, estes são entregues excecionalmente fora dos períodos estabelecidos em função da disponibilidade do armazém. Por vezes, os pedidos de material avulso são feitos via telefone ou através da deslocação de um operador da produção até ao armazém, alertando assim as suas necessidades.

Antes do carro ser entregue à Produção o operador tira uma fotografia, que serve como prova do material entregue. No ato de entrega do CO, o recetor deve assinar uma lista onde figura o material que foi entregue e não são permitidas trocas de material depois disso.

O CO é transportado do armazém até à Produção por um operador, com recurso a uma empilhadora. Quando este fica vazio é devolvido ao armazém. Pode acontecer o CO ser devolvido com material, o que significa que houve material que não foi utilizado durante o processo de fabrico do transformador. Existem várias situações para que isto aconteça, tais como, divergência entre as listas técnicas e de comissionamento, material sem aplicação física, material danificado durante a sua aplicação ou material fornecido com defeito.

### 4.3. Diagnóstico e resultados a melhorar no Armazém

Realizada a descrição dos processos executados em armazém, é agora efetuado um diagnóstico com principal foco no *order-picking*, pois é o principal processo de abastecimento da produção. Esta fase do estudo corresponde à fase **I-3: Identificação dos métodos de auxílio ao *order-picking*** (ver figura 4.15). Na qual se pretende identificar os métodos utilizados na recolha de artigos e identificar eventuais desperdícios. Assim poder-se-á melhorá-los ou substituí-los, se for o caso, por outros mais eficazes.

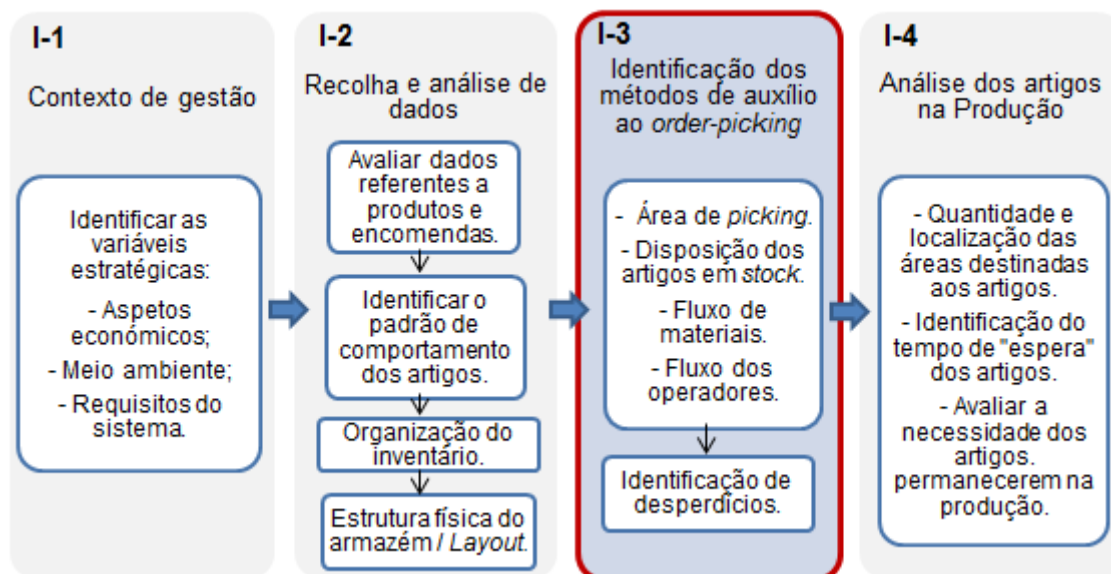


Figura 4.15 - Fase I-3 da etapa inicial do modelo.

O primeiro fator de análise foram as listas técnicas pelas quais o operador se orienta para recolher os artigos, ou seja, para satisfazer as encomendas da produção. Nestas listas constam todos os artigos referentes a cada transformador. O tamanho e a informação de cada lista difere do tipo de transformador.

As listas técnicas para transformadores PT/LDT são organizadas em cadernos, um caderno é formado por várias listas onde figura todo o material necessário para a construção do transformador. As listas que se referem aos transformadores DT contêm menos material, logo, são mais pequenas que as listas para transformadores PT/LDT, não havendo assim a necessidade de as organizar por cadernos.

Verificou-se que estas listas contêm excesso de informação, ou seja, informação que não acrescenta valor à atividade realizada pelo operador. O operador tem a necessidade de seleccionar os artigos que vão para o CO e verificar as suas quantidades, pois nas listas apenas figura a quantidade de material para um transformador, mas um projeto pode incluir vários. Verificou-se, também, que alguns artigos vêm repetidos em posições diferentes na lista.



Na figura 4.16 encontram-se assinaladas a vermelho as colunas que são dispensáveis para a atividade de *picking*. Das onze colunas, apenas cinco têm utilidade para o *picking*, as que apresentam o número de referência, o nome do material, a quantidade, a unidade de medida e a data de necessidade do artigo. No anexo B encontra-se uma lista técnica de um transformador PT/LDT. Esta lista apresenta sete colunas no total mas as colunas necessárias ao *picking* são, também, as cinco referidas anteriormente.

Ordem: 400000109882										
Tipo ordem: ZPMO										
Centro: 4040										
Material: PT4:90022302 PA - 4JB5844-3ZZ09		KVA: 630 KV: 10								
Qtd.: 1		1 ST								
Data-base do fim: 27.07.2012										
Item	Material	Texto breve material	Qtd.necess	UMB	CtI	Oper	Dep.	Qtd.retir.	Data nec.	Lote
0020	PT4:80020857	TÉCNICA VT - MODELO C2	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0030	PT4:80002369	TERMOMETRO-N905057-AKM44612	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0050	PT4:80002059	RELE BUCH-D42566-BG25-MAO (COMEM)	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0090	PT4:80072254	ARMARIO RITTALL+DISJUNTOR 3VL6780-1TF46	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0100	PT4:14217525	VALV. 3 VIAS-DIN42544-B25-Direita	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0120	PT4:80072309	APOIO ANTI-VIBRAÇÃO	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0140	PT4:31958416	SEPARADOR-ACRILICO TRANSPARENTE	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0150	PT4:80074376	TRAV. MOV. ELAST M400LR/G-27-95(K)M-11-2	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0110	PT4:80055251	PASSADOR-DN25-BRONZE-N1003209-63	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0002	PT4:04600128	SUPORTE LIG. - 4X25X400-AL99WH	1	UN	L	0010	SB11	0	17.07.2012	
0003	PT4:09988304	BUCIM-D46320-UNI C4PG16X7	3	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0005	PT4:09763103	TAMPAO-D46320-NPG29-FS	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0006	PT4:09902842	CABO XV 4x1.5+1.5 IEC60502-1, 0.6/1 kV	1	M	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0007	PT4:09902859	CABO XV 6x1.5+1.5 IEC60502-1, 0.6/1 kV	1	M	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0012	PT4:09761974	TUBO-D49016-G13.5-GR	1	M	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0013	PT4:03272549	BLOCO TERM-03272549	14	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0014	PT4:03272556	PLACA CONTACTO-03272556	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0015	PT4:03272564	BLOCO FINAL-03272564	2	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0016	PT4:03281847	MARCADOR-Z 0 328 183- 1....10	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0017	PT4:03281854	MARCADOR-Z 0 328 183-11....20	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0004	PT4:80002192	TAMPAO N PG16 DIN 46320-MS	2	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0001	PT4:14120695	EXSICADOR-D42567-A	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0003	PT4:80001741	JUNTA-31158611-FA200	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0140	PT4:30041255	SUSPENSAO	2	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0180	PT4:09972167	JUNTA REDONDA-SN 53146-1-NBR-D-12	3,810	M	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0350	PT4:03201472	TRAV. EN50386-1250 TIPO 4 COMPLETA	5	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0480	PT4:09994344	ROSC-TUN 900064-G1	2	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0490	PT4:09989799	JUNTA-D 7603-A33X39-SM-FA200	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0610	PT4:80072058	TRANSF. CORR.-EXT-30VA-5P20-300/5A	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0001	PT4:80000375	SUPORTE-N905019	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0001	PT4:03269453	CAIXA LIGACAO DE ACESSORIOS	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0005	PT4:09988304	BUCIM-D46320-UNI C4PG16X7	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0003	PT4:80000375	SUPORTE-N905019	2	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0015	PT4:80070345	SUPORTE DE FIXACAO-05652078	2	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0010	PT4:80072143	WELDED TANK - 9.002.230.2-630 kVA	1	UN	L	0040	SB11	0	23.07.2012	
0020	PT4:80052542	RODIZIO C/EIXO TUBULAR-A125*6-2500KG	4	UN	L	0040	SB11	0	23.07.2012	
0030	PT4:80072144	COMPLETE COVER - 9.002.230.2-630 kVA	1	UN	L	0040	SB11	0	23.07.2012	
0010	PT4:80072059	COMPLETE CORE (WOOD CLAMPS) 630 KVA.	1	UN	L	0040	SB13	0	23.07.2012	
0060	PT4:30055990	PERN-D 976-BM10X370-8.8	8	UN	L	0040	SB13	0	23.07.2012	
0070	PT4:30050249	TI-RANTE-Z0800044-M16X 990	8	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0080	PT4:09929548	BARRA E-CU 11,2X7,10-0.6-8	0,500	KG	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0010	PT4:80017508	COMT-HR721355- 36/ 63/5-E	7	KG	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0030	PT4:09965294	FTO COB-T902096- P 5 -2-ECU	1	UN	L	0010	SB15	0	17.07.2012	
0020	PT4:80000858	NIV. OLEO MAGN-XK2120-02 -625	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0030	PT4:80001739	JUNTA PLANA NB 126/70X4	1	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0060	PT4:09839812	TAMPAO ROSCADO-D42553-8-R 1 1/4	1	UN	L	0010	SB11	0	17.07.2012	
0100	PT4:80000062	TERMINAL TUN 901289-S35-M12	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0110	PT4:80071669	TERMINAL TUN 901289-S35-M8	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0120	PT4:80071670	CABO H07V-K-1X25 -BK- HD21.3 450/750V	4	M	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0010	PT4:80002087	TRAVESS.AT-31172976-M400 T1/J	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0030	PT4:09988890	GARRA-D42538-E	24	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0060	PT4:02301869	JUNTA-02301869-N3150-NBR	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	
0020	PT4:80077979	COLAR-D42538-B-INOX	4	UN	L	0010	SB18	0	17.07.2012	

Figura 4.16 - Lista técnica de um transformador DT, utilizada na atividade de *picking*.

## ❖ Fluxo dos operadores

Depois de analisar as listas, observou-se e acompanhou-se o operador na recolha de artigos, para identificar eventuais desperdícios e para verificar os trajetos que percorria. Na figura 4.17 encontram-se dois diagramas esparguete que se referem à recolha de artigos para três encomendas, sendo que a recolha foi feita individualmente para cada uma das encomendas. O *layout* apresentado corresponde apenas à área de comissionamento de material.

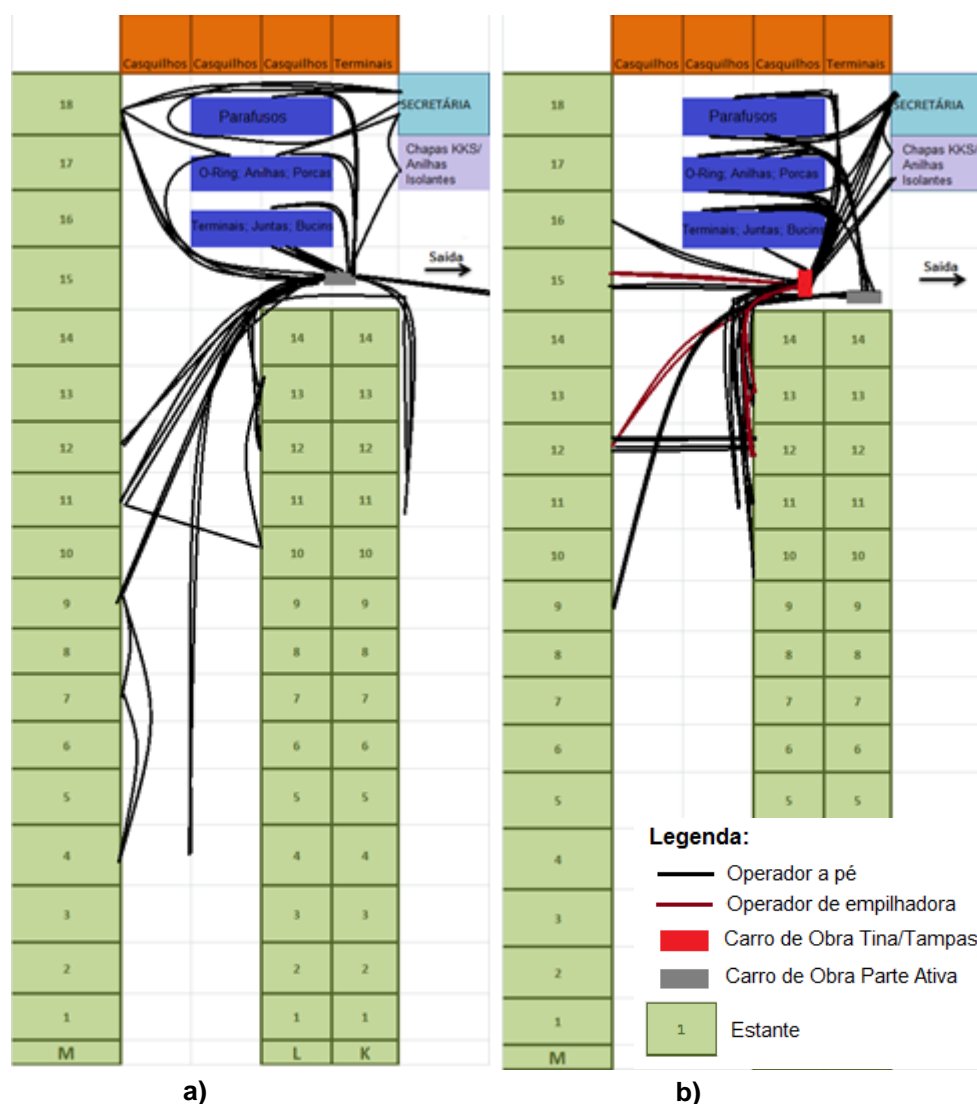


Figura 4.17 - Diagramas esparguete do comissionamento de material à obra: a) dois transformadores DT b) um transformador LDT.

Nas observações realizadas ao operador foi possível chegar às seguintes conclusões:

- Na maioria das vezes em que o operador não encontra um artigo, desloca-se à secretária onde se encontra o computador, para verificar no sistema SAP se o artigo está em *stock*. Caso se confirme a sua existência em *stock* o operador volta a procurá-lo.
- São realizadas várias deslocações às mesmas zonas do armazém, por vezes até às mesmas estantes. Além disso, o operador, cada vez que recolhe um artigo regressa ao CO.
- Por vezes, perde-se um pouco de tempo a procurar o artigo pretendido nas estantes, por falta de identificação da localização do artigo. Isto acontece, principalmente, na estante M18 e nas estantes de parafusaria (ver figura 4.18),



onde existe uma grande variedade de artigos tornando assim a sua identificação mais difícil.



Figura 4.18 - Vista de frente e lateral das estantes: a) M18 b) parafusaria.

Para complementar a informação recolhida a partir dos diagramas esparguete, no anexo C apresenta-se o gráfico de análise realizado. No gráfico constam as operações e os tempos realizados (em segundos) pelo operador, para satisfazer um pedido de uma obra correspondente a um transformador DT. Normalmente as listas técnicas deste tipo de transformador, contêm cerca de trinta referências de artigos que são separadas pelo operador de *picking*. Durante a observação efetuada apenas foram recolhidas quinze referências, isto porque os restantes artigos não se encontravam em *stock*.

Verificou-se a partir do anexo C, que o operador para satisfazer o pedido demorou 2303 segundos, o que corresponde a cerca de 38 minutos. O tempo despendido pelo operador para mover os artigos a partir da localização do mesmo até ao CO foi cerca de 7 minutos, que corresponde a 18% do tempo total da atividade. No capítulo dois verificou-se que o tempo de *picking* corresponde a 15% do tempo total gasto pelos operadores. Apesar disso, esse valor pode aumentar, pois verificaram-se algumas incongruências, como é o caso das várias deslocações efetuadas às mesmas zonas do armazém.

Na análise verificaram-se, ainda, os seguintes aspetos:

- O operador deslocou-se ao local para recolher determinado artigo e este não se encontrava em *stock*, encontrou a caixa vazia;
- O operador dirigiu-se à área de receção de material duas vezes, para verificar se os artigos que procurava já tinham chegado;
- O operador no início da atividade deslocou-se à estante L-13, mais tarde dirigiu-se à estante L-12 por duas vezes distintas e quase no final da atividade voltou à estante L-13.
- O operador despende cerca de 22% do tempo total da recolha dos artigos à procura dos artigos que pretende.
- O operador despende cerca de 8% do tempo total da recolha dos artigos em verificações à lista técnica.

O número de deslocações realizadas pelo operador, necessárias para satisfazer os pedidos, é o principal aspeto a melhorar. Isto deve-se, principalmente, a três fatores: às estantes que não têm identificação de material; não existir um sistema de localização de *stock* no armazém; o documento de *picking* não conter alguma informação considerada importante para esta atividade, tal como a localização dos artigos, bem como o facto dos artigos não se encontrarem ordenados pela configuração física do armazém e por proximidade. Também a propósito do documento de *picking* verificou-se que este não contém a quantidade total de artigos necessários ao projeto. Na tabela 4.2 encontram-se resumidos os desperdícios detetados, os motivos pelos quais se verificam esses desperdícios e as respetivas propostas de melhoria.

Tabela 4.2 - Desperdícios detetados, motivos e propostas de melhoria.

Desperdícios detetados	Motivo	Proposta de melhoria
Seleciona os artigos para o CO.	Lista técnica contém artigos que não são para o CO.	Criar uma lista apenas para a atividade de <i>picking</i> com a seguinte informação:  Apenas com os artigos necessários; Localização (ordenada) dos artigos; Quantidade total do artigo; Quantidade do artigo em stock.
Desloca-se ao computador, por não encontrar artigo.	Lista técnica sem localização do artigo.	
Várias deslocações às mesmas zonas.		
Várias deslocações às mesmas estantes.	Artigos vêm repetidos em posições diferentes na lista.	
Desloca-se à estante e artigo não estava em <i>stock</i> .	Lista técnica sem a quantidade em <i>stock</i> .	
Demora a encontrar artigo.	Falta de identificação dos locais de armazenagem.	Criar um sistema de identificação para os locais de armazenagem.

Na figura 4.19, encontra-se um fluxograma com as operações realizadas no comissionamento de materiais. Seleccionadas a vermelho encontram-se as operações que se pretendem eliminar.

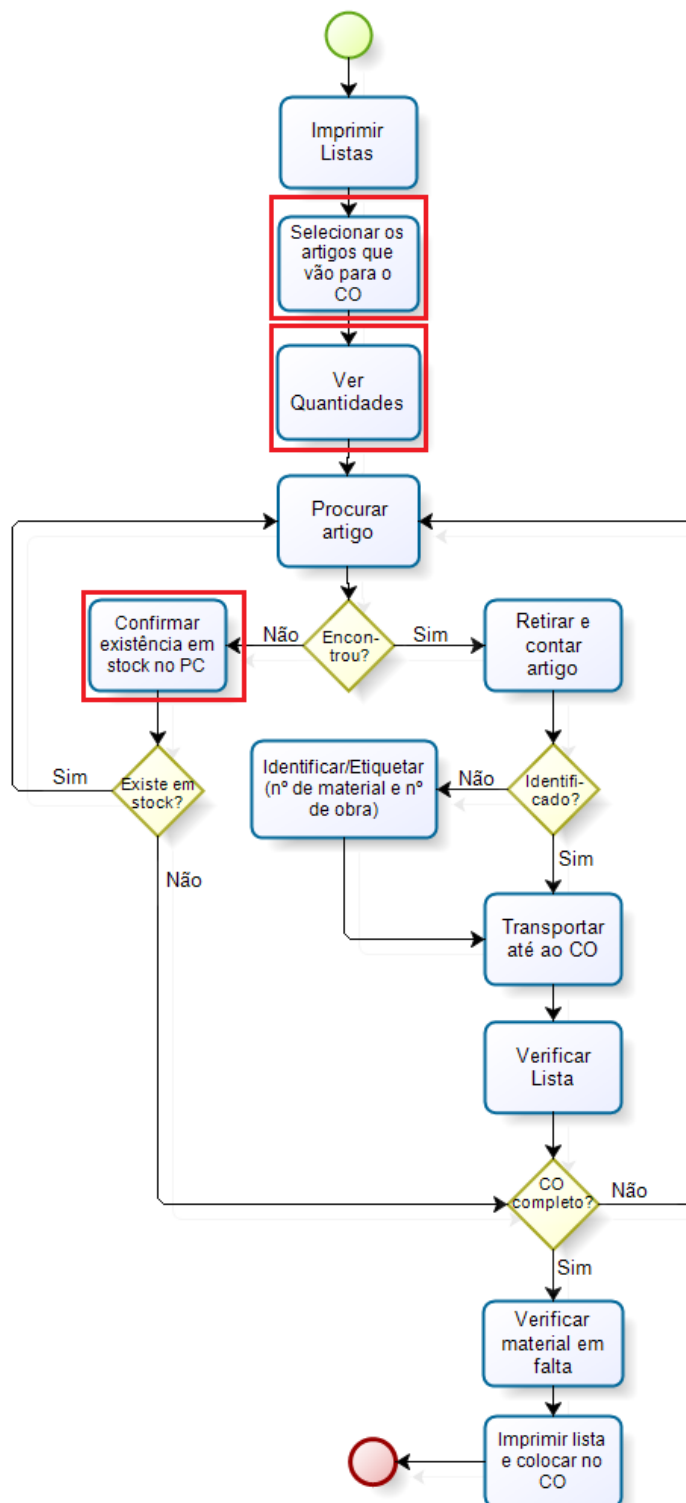


Figura 4.19 - Fluxograma com as operações realizadas no comissionamento de materiais.

### ❖ Disposição dos artigos em *stock*

Com o objetivo de perceber se os artigos mais encomendados se encontravam acessíveis, efetuou-se uma análise à disposição dos artigos na área de comissionamento de material, a partir de onze listas técnicas (seis DT's, quatro LDT's e um PT) utilizadas pelo operador na recolha de artigos.

Na figura 4.20 é possível observar o local de arrumação dos artigos que mais vezes foram recolhidos durante a atividade de *picking*. As cores representam o nível da estante a que se encontram os artigos: a verde encontram-se os artigos que estão ao nível do operador, a amarelo os que se encontram ao nível do chão, a vermelho os artigos que têm de ser recolhidos com o auxílio do porta-paletes (nível 2 e 3 das estantes) e a preto os artigos cujo nível da estante não foi possível identificar. Os algarismos indicam o número de vezes que foi recolhida uma determinada referência de artigo.

Verificou-se nesta análise que apesar dos artigos estarem organizados por famílias, existem artigos de maior rotação que não estão localizados em posições de melhor acesso.

- Nas estantes L-9, L-10, L-13 e M-16 encontram-se referências de artigos que foram recolhidas entre 5 a 7 vezes. Verifica-se que nas estantes L-9 e L-10 existem duas referências de artigos que foram mais utilizadas, apesar de se encontrarem acessíveis ao operador, estas poderiam estar mais próximas do CO.
- Nas estantes L-13 e M-16 existe uma referência de artigo que foi recolhida 5 e 6 vezes, respetivamente. Apesar de estas estantes estarem próximas do CO o operador necessitou de recorrer ao porta-paletes para as recolher.
- Estantes como as M-13, M-14, M-15, M-17 e L-11, encontram-se perto do CO. No entanto apesar da sua boa localização, não foram observadas nenhuma recolhas de artigos nas estantes M-14 e M-17. Nas restantes estantes mencionadas, M-13, M-15 e L-11, foram poucos os artigos recolhidos.
- O método utilizado é a armazenagem dedicada (ver vantagens e desvantagens na tabela 2.2). Neste caso está estipulado um local fixo para cada família de artigos.

Visto que alguns dos artigos mais procurados não se encontram facilmente acessíveis e perto da saída, uma proposta de melhoria é precisamente dispô-los perto da saída e num nível da estante que permita ao operador não utilizar o porta-paletes. Permitiria, assim, reduzir o tempo de recolha dos artigos e de deslocação do operador.

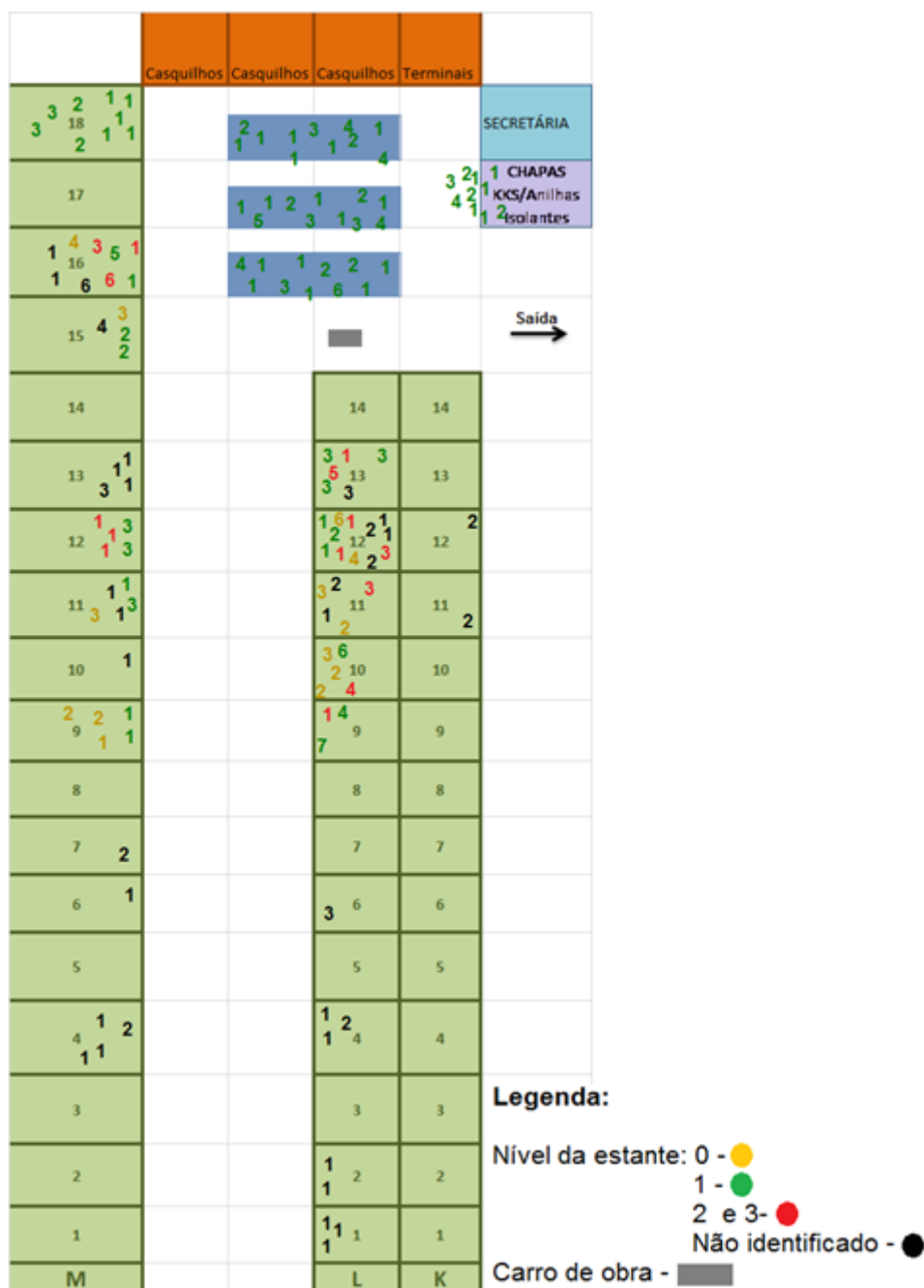


Figura 4.20 - Diagrama com a distribuição dos artigos na área de comissionamento.

#### 4.4. Propostas de melhoria no Armazém

Depois de analisar o funcionamento do armazém e o processo de *order-picking*, verificou-se que existiam melhorias que se podiam fazer quanto à sua organização e funcionamento, de forma a obter melhorias nos diversos processos. Com as propostas de melhoria que irão ser apresentadas pretende-se diminuir o tempo despendido na recolha do material bem como nas deslocações efetuadas pelo operador. No final da implementação das melhorias pretende-se que a atividade de *picking* apenas inclua as operações indicadas na figura 4.21.

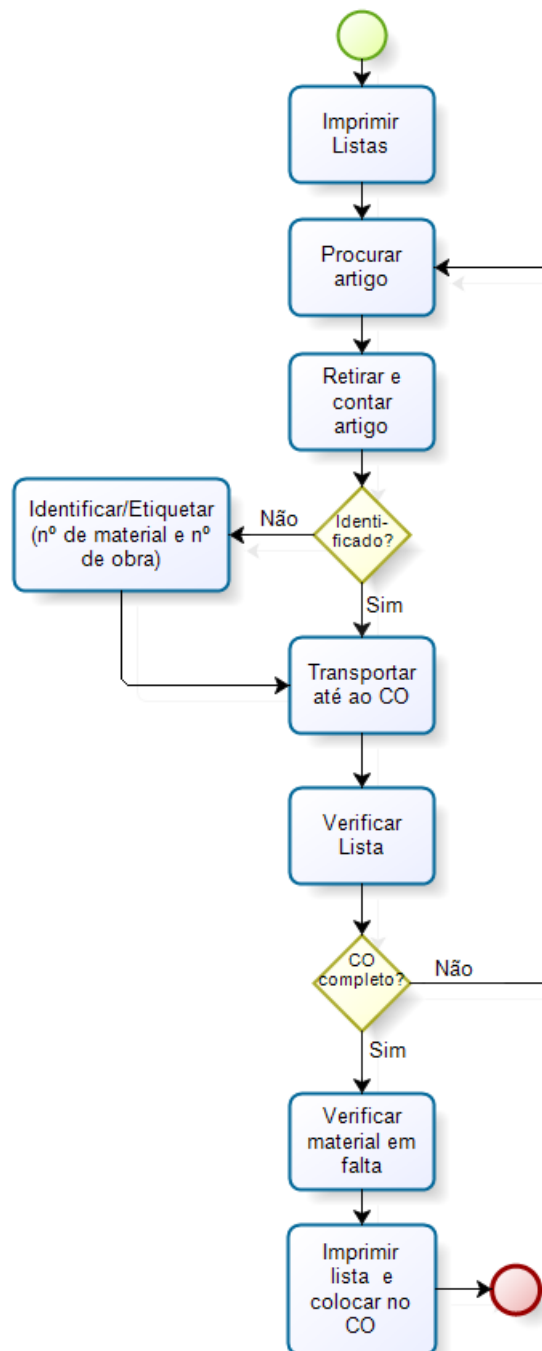


Figura 4.21 - Fluxograma após as melhorias no comissionamento de material à obra.

#### 4.4.1. Especificação dos métodos de auxílio ao *order-picking*

Para melhorar o desempenho do processo de *order-picking* e de acordo com os desperdícios detetados anteriormente, serão agora seleccionados os métodos tendo em conta as seguintes decisões: como armazenar os artigos, como recolher os artigos e qual a rota de *picking* do operador. Esta secção corresponde à fase **S-1** do modelo proposto (ver figura 4.22).

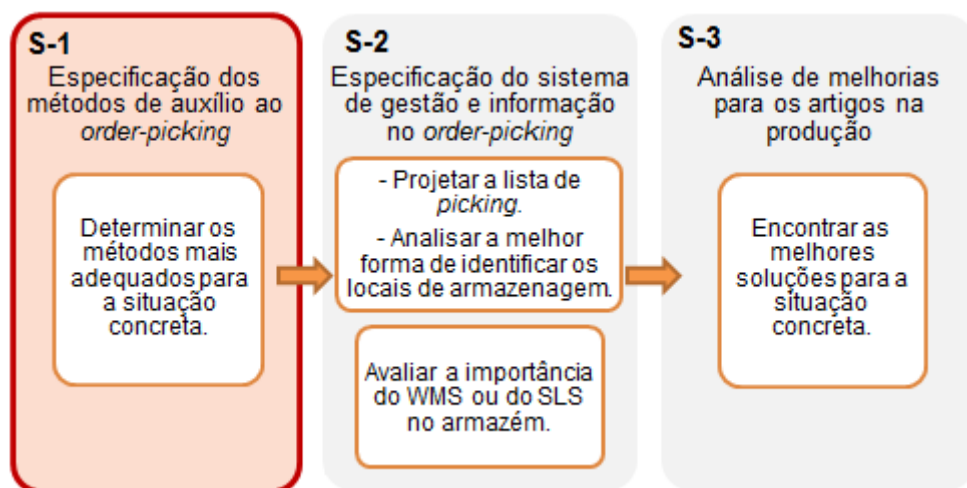


Figura 4.22 - Fase S-1 da etapa de seleção do modelo.

O primeiro método analisado foi o método de armazenagem. O objetivo é organizar o material na área de comissionamento de material, onde se realiza o *picking*, de forma a diminuir o tempo despendido na atividade de *picking*. Apesar de este estar organizado por família de artigos, existem artigos dentro de cada família que são mais requisitados do que outros.

Desta forma, realizou-se a análise ABC com o objetivo de encontrar as referências de artigos que mais vezes surgiram em encomendas, que corresponde ao número de vezes que o operador de *picking* teve que se deslocar para recolher essa referência. Através da lei de Pareto os artigos foram agrupados em classes (vantagens e desvantagens da armazenagem por classes apresentadas na tabela 2.2).

Então, de modo a estudar a procura dos artigos foram utilizadas as listas técnicas de onze transformadores produzidos entre Julho de 2012 e Fevereiro de 2013 e selecionaram-se as referências comuns a cada lista (cada lista corresponde a uma encomenda). A análise efetuada apenas contempla os artigos das onze encomendas que se encontram nos corredores das estantes M, L e K, são no total 169 referências. Foram excluídos os artigos de parafusaria, pois estes têm uma grande variabilidade de procura e estão armazenados numa zona de fácil acesso ao operador. Obteve-se o resultado apresentado na tabela 4.3 e figura 4.23.

Tabela 4.3 - Resultados da análise ABC.

	Número de Referências	Encomendas Acumuladas	Frequência de artigos	Referências de artigos acumuladas
<b>A</b>	52	55,6%	31,4%	31,4%
<b>B</b>	117	44,4%	68,6%	100%

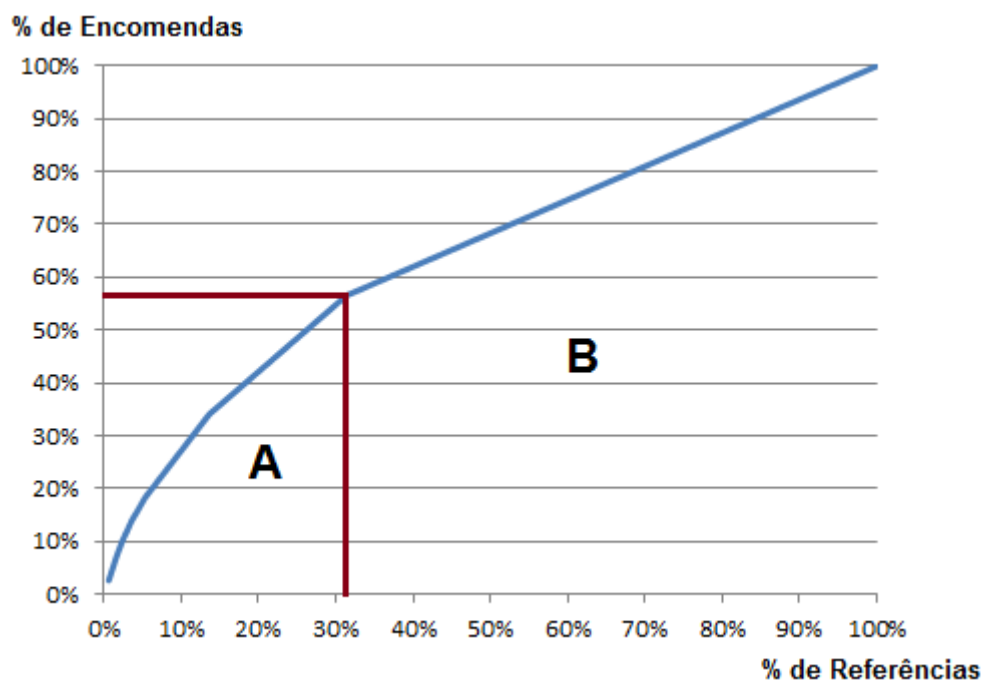


Figura 4.23 - Curva da análise ABC

A partir dos resultados desta análise pode aferir-se que os artigos em armazém são classificados em duas classes. Os artigos de classe A foram encomendados pelo menos duas vezes, já os da classe B apenas foram encomendados uma vez (ver Anexo D). A classe A é formada por 31% das referências que correspondem a 56% das encomendas, estas são as referências mais requisitadas, ou seja, aquelas pelas quais o operador faz mais deslocações, portanto ficam mais perto do ponto de recolha. Na classe B estão incluídos 69% das referências que correspondem a 44% das encomendas.

Os artigos serão armazenados por zonas, em que cada zona se destina a uma classe; dentro de cada zona os artigos serão armazenados em qualquer local disponível, ou seja, armazenamento aleatório. O número total de estantes na área de *picking* é 43. Sendo que cada estante leva 12 caixas (3 por prateleira), é possível armazenar 516 referências, se a cada uma corresponder uma caixa. Como apenas foram analisadas 169 referências, atribuiu-se as estantes a cada classe tendo em conta a capacidade total de armazenagem, as 516 referências. Para tal, efetuou-se a estimativa com as percentagens resultantes da análise ABC, ou seja, a classe A (31% das referências) corresponde a 53 prateleiras e a classe B (69% das referências) a 119 prateleiras.

O critério de atribuição das classes a cada uma das estantes, existentes na área de *picking* foi o tempo que o operador despende a deslocar-se a essa mesma estante. Na figura 4.24 apresentam-se os tempos observados (em segundos) das deslocações a pé e com auxílio do porta-paletes (PP), bem como, os tempos que o operador despende para retirar um artigo com



o porta-paletes, de uma prateleira no nível 2 e 3. Os tempos observados têm como referência de partida o ponto de recolha.

Tempo (s)				
	Deslocação a pé	Deslocação com P.P.	Desloc. + Retirar artigo prateleira	
Estante	Nível 0/1	Nível 0/1	Nível 2	Nível 3
M-17	3,7	3,1	49,4	75,2
M-16	4,2	3,5	49,8	75,6
M-15	6,2	4,4	50,7	76,5
M-14	9,0	6,7	53,0	78,8
M-13	11,8	9,0	55,3	81,1
M-12	14,6	11,3	57,6	83,4
M-11	17,4	13,6	59,9	85,7
M-10	20,2	15,9	62,2	88,0
M-9	23,0	18,2	64,5	90,3
M-8	25,8	20,5	66,8	92,6
M-7	28,6	22,8	69,1	94,9
M-6	31,4	25,1	71,4	97,2
M-5	34,2	27,4	73,7	99,5
M-4	37,0	29,7	76,0	101,8
M-3	39,8	32,0	78,3	104,1
M-2	42,6	34,3	80,6	106,4
M-1	45,4	36,6	82,9	108,7

Tempo (s)				
	Deslocação a pé	Deslocação com P.P.	Desloc. + Retirar artigo prateleira	
Estante	Nível 0/1	Nível 0/1	Nível 2	Nível 3
L-13	7,6	6,7	53,0	78,8
L-12	10,4	9,0	55,3	81,1
L-11	13,2	11,3	57,6	83,4
L-10	16,0	13,6	59,9	85,7
L-9	18,8	15,9	62,2	88,0
L-8	21,6	18,2	64,5	90,3
L-7	24,4	20,5	66,8	92,6
L-6	27,2	22,8	69,1	94,9
L-5	30,0	25,1	71,4	97,2
L-4	32,8	27,4	73,7	99,5
L-3	35,6	29,7	76,0	101,8
L-2	38,4	32,0	78,3	104,1
L-1	41,2	34,3	80,6	106,4

Tempo (s)				
	Deslocação a pé	Deslocação com P.P.	Desloc. + Retirar artigo prateleira	
Estante	Nível 0/1	Nível 0/1	Nível 2	Nível 3
K-13	9,8	9,0	55,3	81,1
K-12	12,6	11,3	57,6	83,4
K-11	15,4	13,6	59,9	85,7
K-10	18,2	15,9	62,2	88,0
K-9	21,0	18,2	64,5	90,3
K-8	23,8	20,5	66,8	92,6
K-7	26,6	22,8	69,1	94,9
K-6	29,4	25,1	71,4	97,2
K-5	32,2	27,4	73,7	99,5
K-4	35,0	29,7	76,0	101,8
K-3	37,8	32,0	78,3	104,1
K-2	40,6	34,3	80,6	106,4
K-1	43,4	36,6	82,9	108,7

Figura 4.24 - Tempos de deslocação do operador a cada uma das estantes.

- As prateleiras identificadas a verde pertencem à classe A, ou seja, as estantes M-17 a M-3 e L-13 a L-2, nível 0 e 1.
- As prateleiras identificadas a laranja pertencem à classe B, ou seja, as estantes M-2, M-1 e L-1 nível 0 e 1; as estantes M-17 a M-1 e L-13 a L-1, nível 2 e 3; todas as estantes K;

Paralelamente ao estudo da localização dos artigos na área de comissionamento de material, com o objetivo de melhorar a atividade de *picking*, é agora proposta uma melhoria ao nível da recolha de artigos.

Atualmente o método praticado é o *picking* discreto. Nos dias em que apenas se efetue a recolha de artigos relativa a uma encomenda, este será o método que necessariamente terá que ser aplicado. Mas se satisfazer várias encomendas num dia com este método, ao final de um dia de trabalho as distâncias totalizadas percorridas pelo operador terão uma dimensão considerável. Portanto, caso o operador de *picking* receba mais do que uma encomenda num dia, com a aplicação do método de *picking* por lote podem ser obtidas vantagens significativas. Pois quanto mais encomendas forem satisfeitas numa única viagem, menos viagens são efetuadas pelo operador e maior é o ganho em produtividade. Para o sucesso deste método, é importante criar listas de *picking* que englobem todo o material necessário para as várias encomendas, e organizá-las de acordo com a localização dos artigos.

#### 4.4.2. Especificação do WMS e informação no *order-picking*

Esta secção corresponde à fase **S-2** do modelo, o qual visa propor melhorias para melhorar o processo de *order-picking* (ver figura 4.25).

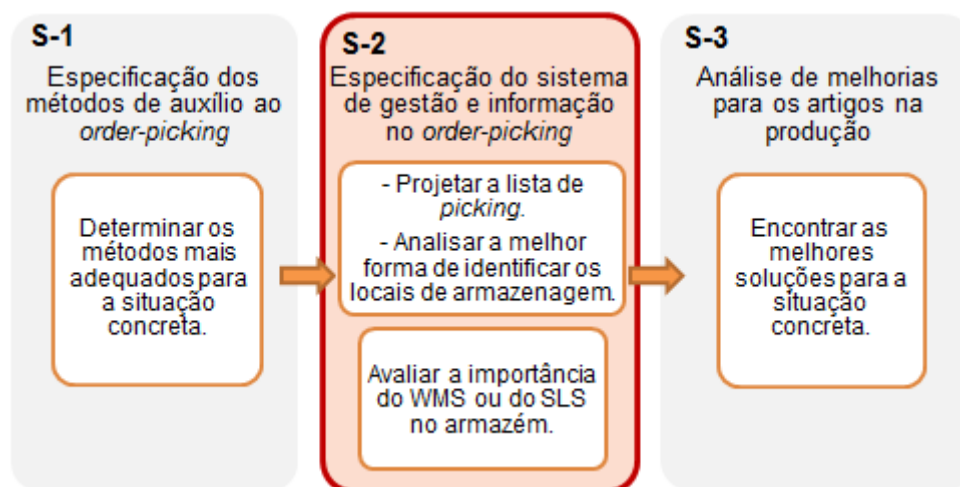


Figura 4.25 - Fase S-2 da etapa de Seleção do modelo.

Na análise efetuada à atividade de *picking*, verificou-se que o operador se orientava pelas listas técnicas para satisfazer as encomendas. Como referido anteriormente, existe informação nestas listas que não é a mais adequada para a prática da atividade. A lista de *picking* deve ser projetada e usada especificamente para a recolha de artigos.

#### ❖ **Projetar a lista de *picking***

Como tal, foi proposta uma nova lista de *picking* para que o operador evite:

- Selecionar na lista os artigos que vão para o CO;
- Calcular a quantidade necessária dos artigos;
- Confirmar a existência do artigo em *stock*, no computador.

Na figura 4.26 encontra-se a proposta da nova lista, à qual foram acrescentadas três colunas:

1. Localização do produto;
2. Espaço para o operador tirar anotações (Obs.);
3. Quantidade do artigo em *stock*.

Na nova lista de *picking* deve ser possível ordenar os pedidos pela sequência segundo a qual o operador deve recolhê-los, assim reduz-se o tempo de trajeto em mais de metade e por outro lado, reduz-se os tempos de procura dos artigos. Deve-se colocar a quantidade existente do artigo em *stock* na lista, evitando assim, que o operador se desloque ao computador cada vez que não encontra um artigo. Por último, colocar a quantidade total necessária dos artigos encomendados, para evitar que se despenda tempo a calculá-las.

Ordem: 400000109882							
Material: 90022302 PA - 4JB5844-3zz09 KVA: 630 KV: 10							
Localização	Material		Obs.	Qtd.	UMB	Stock	Data nec.
M-18-B-3	30055990	PERN-D 976-BM10X370-8.8		8	UN	8	17.07.2012
M-15-1-2	80002369	TERMOMETRO-N905057		1	UN	2	17.07.2012
M-12-1-1	80072309	APOIO ANTI-VIBRAÇÃO		4	UN	7	17.07.2012
M-04-2-1	03272549	BLOCO TERM - 03272556		14	UN	10	17.07.2012
L-08-2-2	80000858	NIV.OLEO MAGN-XK2120-02 -625		1	UN	1	17.07.2012
L-11-1-3	80001357	LIGADOR-Z01116516		4	UN	6	17.07.2012
L-12-0-2	04600128	SUPORTE LIG. - 4x25x400		1	UN	0	17.07.2012
L-13-1-3	80017508	COMT-HR721355-36/ 63/5-E.		2	UN	4	17.07.2012

Figura 4.26 - Proposta de uma nova lista de *picking*.

O sistema ERP utilizado pela *Siemens* é o *software* SAP. Este *software* tem uma aplicação que permite criar listas de *picking*, que inclui os seguintes dados:

- Número da encomenda;
- Posição no armazém;
- Referência e texto breve do material;
- Quantidade e unidade de medida de cada artigo;
- Local e data de entrega da encomenda;
- Os artigos da encomenda estão dispostos de acordo com a sua posição no armazém.

❖ **Analisar a melhor forma de identificar os locais de armazenagem**

Efetuada as alterações na lista de *picking* é, agora, necessário adotar um sistema de identificação dos locais de armazenamento. Todas as localizações devem ser devidamente identificadas, as quais podem ser feitas recorrendo a etiquetas como a apresentada na figura 4.27. O posicionamento de cada artigo é representado por um código, no qual se define primeiro o corredor, de seguida a estante, o nível e a posição na prateleira.

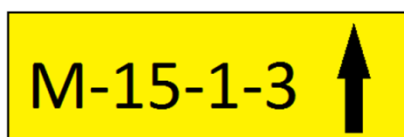


Figura 4.27 - Proposta de etiqueta para as estantes de armazenagem.

Os corredores e as estantes já estavam identificados por uma letra e um número, respetivamente. Portanto, para ambos, mantém-se essa identificação, tendo apenas que acrescentar a codificação para o nível e a posição nas prateleiras. Na figura 4.28 é possível observar como ficam identificadas as estantes, com a nova proposta.

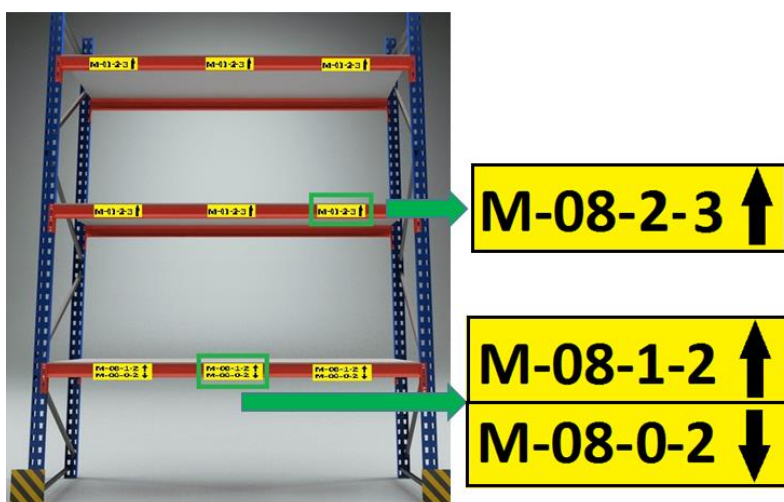


Figura 4.28 - Proposta de colocação de etiquetas nas estantes de armazenagem  
(Fonte: Adapt. de <http://www.turbosquid.com/3d-models/3d-warehouse-rack-model/593554> em 5/4/2013).

Para as estantes M-18 e de parafusaria, o sistema de identificação das estantes que se propõem adotar é por representação matricial, como observado na figura 4.29. Nestas estantes, o operador tem dificuldade em encontrar o artigo que pretende devido à muita diversidade e pequena dimensão dos artigos.

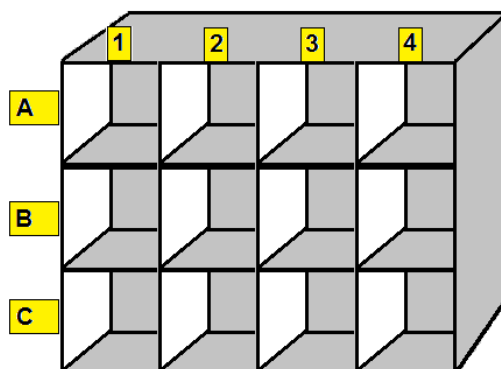


Figura 4.29 - Sistema de identificação proposto para as estantes de parafusaria e M18.

#### ❖ Avaliar a importância do WMS no armazém

Para que todas as propostas de melhoria, até agora mencionadas, funcionem em conjunto e com sucesso, a próxima e última proposta é a implementação de um WMS. Um WMS é vantajoso, tendo em conta que o armazém lida com uma vasta gama de artigos e várias localizações possíveis para os armazenar. É uma vantagem, porque é possível registar as operações e transações feitas no armazém e assim manter o inventário constantemente atualizado. Com a sua implementação, os artigos podem ser colocados em qualquer lugar de acordo com a sua classe de armazenagem e serem encontrados com maior rapidez e facilidade.

Para a implementação do WMS é necessário que todos os artigos que compõem o *stock* sejam devidamente classificados de acordo com o sistema de identificação adotado e que seja estabelecido um sistema de localização que defina detalhadamente a posição e a situação dos espaços das respetivas áreas de *stock*.

O *software* SAP tem um módulo de gestão de armazéns, intitulado de *Warehouse Management*. Com este módulo é possível processar todos os movimentos dos artigos e gerir o *stock*, bem como, programar todos os processos logísticos dentro do armazém.

O módulo *Warehouse Management* do SAP permite:

- Configurar as localizações de cada artigo, em todo o armazém;
- Obter a quantidade total de um artigo e determinar, com exatidão, onde se encontra no armazém;
- Otimizar o aproveitamento de todas as localizações no armazém;

- Gerir os movimentos do *stock*. Inclui a entrada e saída de material, disponibilização de materiais para produção e alerta de reabastecimento, nos casos em que já não há material disponível.

Com a implementação de um WMS, com a indicação da localização dos artigos na lista de *picking* e com a implementação dos métodos *picking* por lote em conjunto com a armazenagem por classes, não há a necessidade de implementação de uma rota, na atividade de *picking*. Isto porque as poupanças com o método das rotas não são significativas e com uma boa localização dos artigos e uma boa lista de *picking*, é possível ao operador percorrer os corredores pela sequência em que os artigos estão armazenados.

#### 4.5. Descrição dos processos na Produção

Neste capítulo é descrito de um modo geral, o funcionamento do processo de produção, no qual serão introduzidos os tempos de passagem dos transformadores pelas diversas fases do processo produtivo. Sendo que o armazém tem como função principal fornecer a Produção, é importante analisar os tempos produtivos para perceber quando é que o armazém deve fornecê-la.

De uma maneira simplificada, o processo produtivo pode ser descrito por uma fase inicial que envolve a chegada, o aprovisionamento e a preparação de matérias-primas, a cargo da Logística, para abastecer a Produção. A produção está dividida em quatro fases principais: Bobinagem, Pré-montagem, Montagem e Tratamento/Enchimento. Das quatro fases referidas apenas a Pré-montagem e a Montagem são abastecidas com os CO, um para cada fase. Todas as fases de produção, à exceção da Bobinagem, são executadas integralmente com recurso a mão-de-obra. A Pré-Montagem tem início após o término da Bobinagem. A parte ativa depois de ser montada (pré-montagem) é tratada e mais tarde é colocada dentro da tina (encubagem). Enquanto a parte ativa está em tratamento começa a Montagem. Após a conclusão de todas estas fases o produto final é depois transportado para a Expedição, também este a cargo do departamento de Logística. Na figura 4.30 é possível verificar o fluxo de materiais e a sequência das várias fases de Produção do transformador.

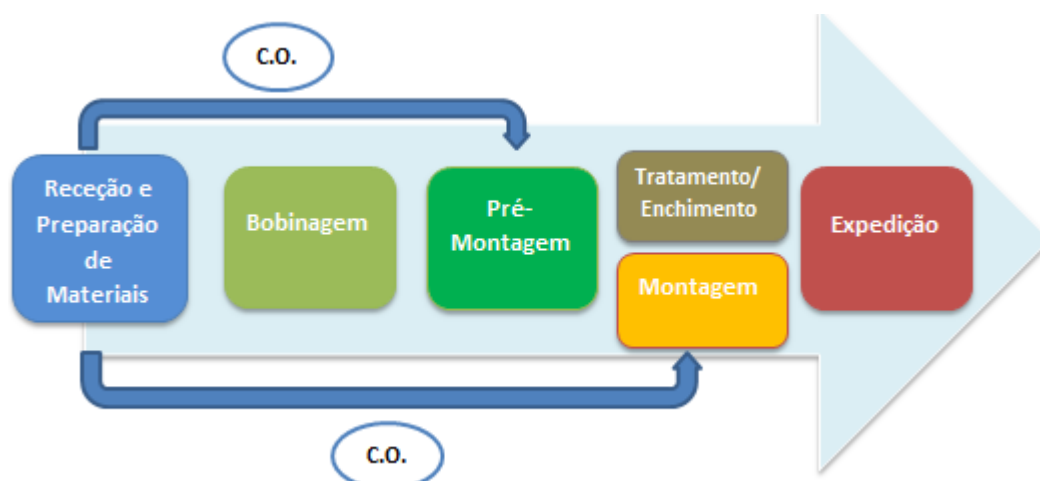


Figura 4.30 - Diagrama representativo do fluxo de materiais.

**Bobinagem:** Em cada estação encontra-se um operador a trabalhar com uma máquina estacionária, como observado na figura 4.31.



Figura 4.31 - Centro de trabalho onde ocorre a bobinagem (Fonte: <http://www.siemens.co.ao/pool/events/connect-to-siemens-angola/transformadores.pdf> em 23/05/2013).

Aqui são feitos os enrolamentos das bobinas. É nos enrolamentos que se concentra a maior parte da tecnologia, dimensionamento elétrico e processos de fabricação dos transformadores. Os enrolamentos são fabricados com condutores de cobre, que são os responsáveis pela produção do fluxo magnético.

Os materiais isolantes utilizados são o papel e cartão *presspan*, capazes de suportar elevações de temperatura de 55°C a 65°C. Os enrolamentos são executados com bobinas circulares e podem ser classificados em cinco tipos: discos, camadas, *smith*, banda ou compacto. A escolha do tipo de enrolamento adequado depende das características do transformador.

**Pré-Montagem:** Nesta fase são montadas as partes ativas dos transformadores (conjunto formado pelo núcleo, longarinas, enrolamentos, comutadores, travessias e ligações internas). Em cada estação de trabalho é montada uma parte ativa, sendo que são montadas várias em simultâneo, como observado na figura 4.32. Cada uma tem o seu tempo de montagem e são necessários dois a três operadores para as montar.

A pré-montagem está dividida em 4 subprocessos, são eles: Montagem de enrolamentos, Fecho do núcleo, Ligações BT e Ligações AT, sendo que as ligações podem ser executadas em paralelo. Na tabela 4.4 constam os tempos médios de passagem de um transformador (em horas e dias) pelos diversos subprocessos, associados à pré-montagem.

Como um dia de trabalho tem 16 horas (2 turnos de 8 horas), o tempo de passagem médio de uma parte ativa pela montagem corresponde a cerca de 7 dias, se as ligações não forem montadas em paralelo, caso contrário, será de 6 dias.





Figura 4.32 - Centro de trabalho onde é montada a parte ativa do transformador (Fonte: <http://www.siemens.co.ao/pool/events/connect-to-siemens-angola/transformadores.pdf> em 23/05/2013).

Tabela 4.4 - Subprocessos da Pré-Montagem e respetivos tempos de passagem.

Subprocesso	Tempo Passagem (h)	Tempo Passagem (dia)
Montagem Enrolamentos	28,9	1,8
Fecho Núcleo	19	1,2
Ligações BT	15,1	0,9
Ligações AT	46,6	2,9
<b>TOTAL</b>	<b>109,6</b>	<b>6,8</b>

**Tratamento e enchimento:** Após a pré-montagem, a parte ativa é submetida à secagem nos autoclaves, com objetivo de eliminar a humidade que possa vir a contaminar o líquido isolante. Após a secagem, a parte ativa é reapertada e montada no interior da tina (encubagem), sendo posteriormente realizado o enchimento com líquido isolante (óleo). Na tabela 4.5 constam os tempos médios de passagem de um transformador (em horas e dias) pelos diversos subprocessos, associados à pré-montagem.

Tabela 4.5 - Subprocessos do Tratamento e respetivos tempos de passagem.

Subprocesso	Tempo Passagem (h)	Tempo Passagem (dia)
Secagem (Autoclave)	88,7	5,5
Reaperto e encubagem	19,14	1,2
<b>TOTAL</b>	<b>107,8</b>	<b>6,7</b>

Um transformador tem um tempo médio de passagem por esta fase de 107,8 horas, ou seja, cerca de 7 dias.

**Montagem:** Esta fase tem início entre a secagem e o reaperto da parte ativa. Consiste na preparação das tinas e na montagem dos acabamentos, das ligações exteriores e colocação de cabos. Na tabela 4.6 constam os tempos médios de passagem de um transformador (em horas e dias) pelos diversos subprocessos, associados à montagem.



Tabela 4.6 - Subprocessos da Montagem e respetivos tempos de passagem.

Subprocesso	Tempo Passagem (h)	Tempo Passagem (dia)
Ligações Exteriores (Cablagem)	48,8	3,1
Montagem Componentes Tampa	11,1	1,8
Montagem Componentes Tina	16	
Montar Caixas	2,9	
<b>TOTAL</b>	<b>78,8</b>	<b>4,9</b>

Um transformador tem um tempo de passagem médio por esta fase de 78,8 horas, ou seja, 5 dias.

#### 4.6. Diagnóstico aos artigos na Produção

Realizada a descrição dos processos produtivos, é agora efetuado um diagnóstico, com principal foco nos artigos que se encontram na produção. De acordo com o modelo proposto este subcapítulo corresponde à fase **I-4: Análise dos artigos na produção** (ver figura 4.33). Os CO são entregues na Produção e lá permanecem durante o período de fabrico do transformador. Assim, pretende-se verificar a necessidade dos artigos permanecerem na produção durante esse período.

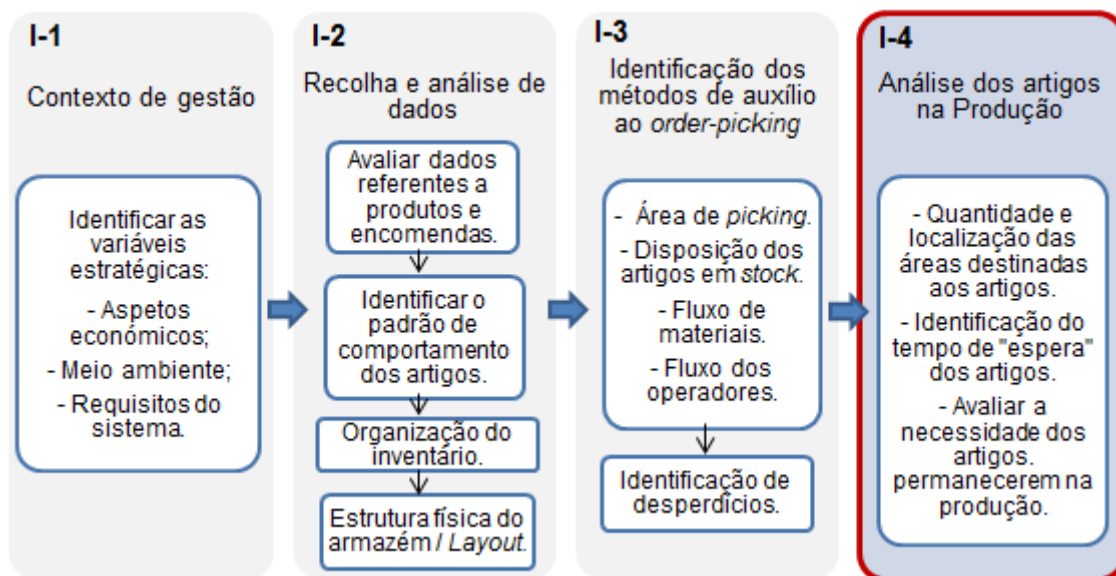


Figura 4.33 - Fase I-4 da etapa inicial do modelo.

Na análise efetuada verificou-se que existem duas zonas destinadas à permanência dos CO. Os CO com o material destinado à produção da parte ativa do transformador encontram-se na área da Pré-montagem, já os que são destinados à Montagem encontram-se na área de preparação das tinas.

À data do estudo, na área de Pré-montagem, encontravam-se 38 CO com material por utilizar. Nesta data apenas 10 obras estavam em produção. Pelo que, é possível verificar que 28 obras já tinham sido concluídas, mas o material excedente ainda permanecia nesta área. Relativamente à área de preparação de tinhas, apenas se verificaram a presença de 8 CO, de obras já concluídas. Verificou-se que desde a preparação dos CO até à conclusão dos projetos passaram em média 3 meses, mas os CO permaneceram, em média, 8 meses na área de Pré-montagem.

Como referido na descrição dos processos de produção, em situações ideais, a fase de pré-montagem de um transformador é concluída num prazo de 7 dias. Mas o que se verificou, a partir da análise do “Impresso de planeamento semanal de 2013”, foi que a pré-montagem de um transformador pode durar desde 7 a 30 dias úteis e de um projeto desde 15 a 77 dias úteis, depende do número de transformadores envolvidos no projeto. Na figura 4.34 encontra-se um excerto do planeamento semanal para a produção de dois projetos, o projeto “BASF” e o projeto “Tarfaya”. A duração da pré-montagem (montagem, fecho e ligações) do “BASF” é de 19 dias úteis (5 de Fevereiro a 3 de Março) e do “Tarfaya” é de 59 dias úteis (8 de Abril a 27 de Junho). A duração do subprocesso Fecho, no projeto “Tarfaya”, é excecional, pois em todos os outros casos verificou-se que este subprocesso tem a duração de apenas 1 dia.

OBRA	OPERAÇÃO	INICIO	TURN	FIM	TURN
BASF Schawarzheide 1º	MONTAGEM	05-Fev	1º	11-Fev	2º
	FECHO	15-Fev	1º	15-Fev	2º
	LIGAÇÕES	18-Fev	1º	26-Fev	2º
	VAPOR PHASE	01-Fev	1º	05-Mar	1º
	REAPERTO	05-Mar	1º	05-Mar	2º
BASF Schawarzheide 2º	MONTAGEM	07-Fev	1º	13-Fev	2º
	FECHO	21-Fev	1º	21-Fev	2º
	LIGAÇÕES	22-Fev	1º	03-Mar	2º
	VAPOR PHASE	08-Mar	2º	12-Mar	1º
	REAPERTO	12-Mar	1º	12-Mar	2º
Tarfaya 1º	EMPILHAGEM				
	MONTAGEM	08-Abr	1º	29-Abr	2º
	FECHO	30-Abr	1º	08-Mai	2º
	LIGAÇÕES	09-Mai	1º	16-Mai	2º
Tarfaya 2º	EMPILHAGEM		1º		2º
	MONTAGEM	30-Abr	1º	21-Mai	2º
	FECHO	22-Mai	1º	29-Mai	2º
	LIGAÇÕES	30-Mai	1º	06-Jun	2º
	VAPOR PHASE	07-Jun	1º	12-Jun	1º
Tarfaya 3º	REAPERTO	12-Jun	1º	13-Jun	1º
	EMPILHAGEM	22-Abr	1º	17-Mai	2º
	MONTAGEM	22-Mai	1º	07-Jun	2º
	FECHO	11-Jun	1º	18-Jun	2º
	LIGAÇÕES	19-Jun	1º	27-Jun	2º
	VAPOR PHASE	28-Jun	1º	03-Jul	1º
	REAPERTO	03-Jul	1º	04-Jul	1º

Figura 4.34 - Excerto do “Impresso de planeamento semanal de 2013” para os projetos BASF e Tarfaya.

As implicações que advêm do facto dos CO permanecerem tanto tempo na Produção são:

- a ocupação e desorganização do espaço;
- a possibilidade dos artigos desaparecerem ou de se danificarem, pois não estão devidamente protegidos;
- o abastecimento na linha de montagem é efetuado pelos próprios operadores, ou seja, quanto mais CO e mais artigos houverem, mais tempo o operador despende à procura do que necessita.
- a possibilidade dos operadores trocarem os artigos que pretendem por outros.

Os artigos permanecem muito tempo na Produção porque a maioria dos projetos tem mais que um transformador e por sua vez um CO contém material para todo o projeto. O Material para o projeto vai todo ao mesmo tempo no CO, apesar dos transformadores serem produzidos em diferentes datas. Os CO analisados na produção correspondiam a 11 projetos com 1 transformador, 15 projetos com 2 transformadores; 10 projetos com 3 transformadores e 2 projetos com 4 transformadores.

Outro fator a ter em conta é que os CO destinados à Montagem são preparados para os processos de preparação de tinas, tampas, ligações exteriores e expedição. O que se verificou foi que o material para a Expedição não é montado durante a fase de Montagem mas sim na sua área reservada, a qual se encontra nas instalações do armazém.

Na tabela 4.7 consta o número total de unidades que sobraram e que se encontravam na Produção, bem como, a tipologia de artigos e a quantidade de referências dos mesmos.

Tabela 4.7 - Artigos em sobra que se encontravam nos carros de obra.

	Nº Referências	Unidades	% Unidades
Anilhas	10	2933	51%
Juntas	4	256	4%
Parafusos	31	1830	32%
Pernos	11	411	7%
Porcas	5	231	4%
Outros	17	168	3%
Total	78	5730	100%

O custo total médio das sobras apresentadas foi estimado em 11.000€ (ver anexo E). É de referir que apenas foram detetados os custos para 19 referências. Assim, foram estimados dois custos totais: um que tem por base os valores mais baixos (4.000€) e o outro os valores mais altos (18.000€), de cada tipo de artigo. O valor apresentado corresponde à média do conjunto dos dois custos totais.

Os CO destinados à preparação de tintas, para além das sobras já mencionadas, também continham 22 artigos de 6 referências diferentes, que se destinavam à área de expedição, área essa que se situa no armazém. Os artigos destinados à expedição, mas que se encontravam na área de Produção (preparação de tintas), tinham um valor estimado total de 2.900€ (ver anexo F). Neste caso apenas se desconhecia o custo de uma referência, como tal considerou-se o custo mais baixo para este tipo de artigo, um comutador de 1.400 €, sendo que há comutadores com um custo de 33.000€.

Na tabela 4.8 é possível constatar que o custo médio do material recolhido para o conjunto dos dois CO é de 12.808€. Para tal, foram analisadas onze listas técnicas e as respetivas faturas onde constam os custos de cada artigo. De seguida selecionaram-se os artigos recolhidos para os CO, verificou-se o custo de cada um e contabilizou-se o seu custo total.

Tabela 4.8 - Apresentação dos custos totais dos artigos recolhidos para onze CO.

		Referência	Nº de Obras	Custo Total CO	Custo Médio
Projeto	DT	90022302	1	2.789 €	12.808 €
		90023284	3	6.906 €	
		90023592	2	12.992 €	
		90023521	1	1.159 €	
		90023296	1	6.103 €	
		90023293	1	7.503 €	
	LDT	90023046	3	80.395 €	
		90023256	6	123.380 €	
		90023352	1	8.108 €	
		90023631	1	16.578 €	
	PT	90023591	1	3.064 €	

#### 4.7. Proposta de melhorias para os artigos na Produção

Depois de analisar a permanência dos artigos na Produção, verificou-se que existiam melhorias que se podiam fazer para evitar que os artigos permanecessem, na Produção, mais tempo do que o necessário. As propostas apresentadas visam minimizar o tempo dos CO na produção. De acordo com o modelo este subcapítulo corresponde à fase **S-3: Análise de melhorias para os artigos na produção** (ver figura 4.35).

Como visto anteriormente, a Pré-montagem é formada por três subprocessos, Montagem de enrolamentos, Fecho e Ligações e na maioria dos casos analisados no planeamento de 2013 excedem os tempos de passagem médios, à exceção do Fecho.

Posto isto, a solução proposta consiste em organizar dois CO, um para a Montagem de enrolamentos e para o Fecho, e outro para as Ligações. Assim, cada um dos CO tem material suficiente para metade do tempo de passagem do transformador pela Pré-montagem. Este procedimento é efetuado para cada um dos transformadores e não para a totalidade de

transformadores de um projeto. Os novos CO são geridos a partir do planeamento da produção, ou seja, os CO entram na produção aquando das datas estipuladas para o início da Montagem de enrolamentos e das Ligações. Desta forma, os abastecimentos à Produção e as recolhas dos CO efetuam-se mais frequentemente.

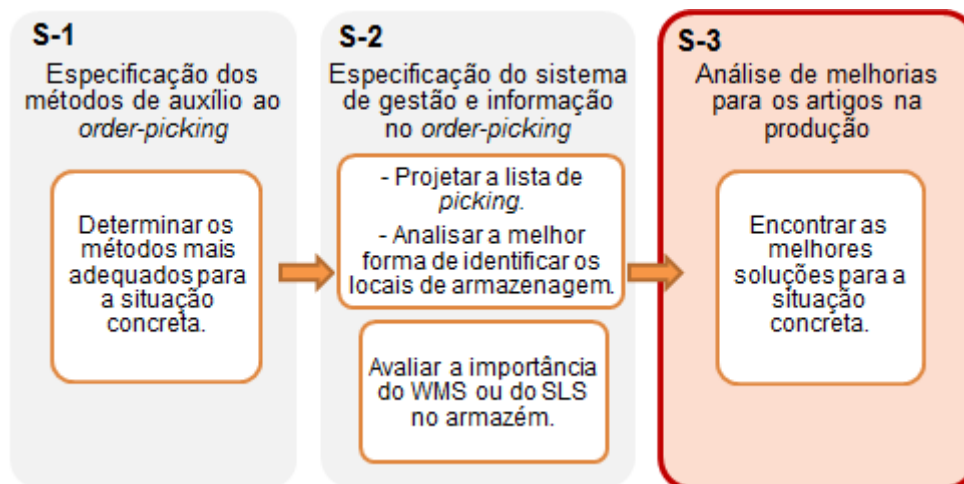


Figura 4.35 - Fase S-3 da etapa de seleção do modelo.

A entrega e recolha dos CO são efetuadas da seguinte forma: o operador de armazém quando entrega o segundo CO (Ligações) recolhe de imediato o primeiro, assim, é possível verificar o material que sobrou, apurar a causa e armazená-lo novamente se não estiver danificado. Por outro lado, para recolher o segundo CO cria-se uma etiqueta de aviso com a informação “obra terminada” que é colocada no segundo CO, por um responsável da produção, assim que a Pré-montagem esteja terminada. O operador de armazém quando for entregar outros CO, já sabe que o deve recolher.

De referir que para a Montagem mantém-se apenas um CO, mas ao invés de se recolher todo o material para o projeto, apenas se recolhe a quantidade necessária de artigos para um transformador. Estes serão entregues de acordo com a data de início da Montagem do respetivo transformador. Tal como na Pré-montagem, também na Montagem os CO são identificados com uma etiqueta de “obra terminada”. Assim, o operador de armazém quando entrega um CO na Montagem já sabe que pode recolhê-los. Nos CO da Montagem não são incluídos os artigos destinados à Expedição, estes artigos são entregues no local e na data de Expedição do transformador.

Com esta solução:

- O tempo de permanência dos artigos irá variar entre os 3 e os 15 dias úteis, que é metade do tempo da pré-montagem de um transformador;

- Diminui-se a quantidade, o tempo de permanência dos artigos na produção e a probabilidade dos mesmos se danificarem;
- Evita-se que os artigos que sobraram permaneçam largos tempos na produção. No caso estudado permaneceram 5 meses desde que as obras foram concluídas, tendo um custo estimado de 11.000€;
- Evita-se que os artigos destinados à Expedição circulem pela produção sem necessidade. No caso estudado encontrava-se na Produção um conjunto de artigos com valor estimado em 2.900€;
- Para os operadores é mais fácil procurar os artigos de que precisam, reduzindo assim o tempo de procura;
- Evita-se que os operadores troquem os artigos de que necessitam por outros.

#### 4.8. Síntese dos resultados

Neste subcapítulo são apresentados resumidamente os potenciais resultados das propostas de melhoria descritas nos subcapítulos anteriores, sintetizados nas tabelas 4.9 e 4.10.

De referir que a Fábrica iniciou um processo de remodelação na sua organização, durante a fase final da presente dissertação, sendo por isso apresentadas as projeções dos resultados esperados.

Tabela 4.9 - Propostas de melhoria na Produção e seus resultados.

Produção	
Propostas de melhoria	Resultados
Divisão dos CO por subprocessos e por transformador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimentos e recolhas dos CO mais frequentes;</li> <li>• O tempo de permanência dos artigos varia entre os 3 e os 15 dias úteis;</li> <li>• Diminuição da quantidade, do tempo de permanência dos artigos na produção e da probabilidade dos mesmos se danificarem;</li> <li>• Para os operadores é mais fácil procurar os artigos de que precisam, reduzindo assim o tempo de procura;</li> <li>• Evita-se que os operadores troquem os artigos de que necessitam, por outros.</li> <li>• Evita-se o investimento em material que depois não é utilizado.</li> </ul>
Entregas geridas a partir do planeamento da produção.	
Controlo visual - etiqueta de aviso: "obra terminada".	
Não incluir os artigos da Expedição.	

Tabela 4.10 - Propostas de melhoria no armazém e seus resultados.

Armazém		
Propostas de melhoria	Resultados	
Nova lista de <i>picking</i>	O operador não necessita de selecionar os artigos.	Poupa-se cerca de 8% do tempo total da recolha de artigos.
	O operador não necessita de calcular as quantidades totais dos artigos.	
	O operador não necessita de verificar a existência dos artigos no computador, evita deslocar-se à secretária.	Poupa-se cerca de 15% do tempo total da recolha de artigos.
	Evita-se que o operador se desloque a um local, quando determinado artigo não se encontra em <i>stock</i> .	
Nova lista de <i>picking</i> /Método de <i>picking</i> por lote	O operador deixa de repetir deslocações às mesmas estantes e zonas do armazém. Passa a recolher vários artigos ao mesmo tempo, em vez de recolher um de cada vez.	Reduz substancialmente as suas deslocações, pois cada vez que recolhia um artigo regressava ao CO.
Método de armazenagem por classes	Diminuição do tempo despendido na recolha dos artigos e nas deslocações efetuadas pelo operador.	Em média um operador demorava 41 segundos a deslocar-se até ao local e a recolher um artigo, com a armazenagem por classes demora em média 22 segundos.
Sistema de identificação das estantes/WMS	Rápida e fácil identificação dos artigos, principalmente dos que se encontram nas estantes M18 e parafusaria.	O operador poupa cerca de 22% do tempo total da recolha de artigos.
WMS	Otimiza o aproveitamento de todas as localizações no armazém.	Redução dos espaços vazios junto ao local de recolha.





## Capítulo 5 - Conclusões e desenvolvimentos futuros

### 5.1. Conclusões

O estudo realizado na presente dissertação teve como finalidade aliar os conhecimentos académicos com as práticas profissionais, na Fábrica do Sabugo, a qual tinha identificada a necessidade de reestruturar os seus processos logísticos com vista a poder alcançar melhorias e criar valor no sistema logístico existente. Neste sentido propôs-se um modelo de estudo, adaptado do modelo de Dallari et al. (2009), com o qual se pretende identificar as áreas críticas de melhoria, eliminar os desperdícios e as ações desnecessárias, incluir a seleção dos métodos de auxílio ao *order-picking* (compostos pelos métodos de armazenagem, recolha de artigos e rotas) e a gestão da informação no armazém.

No decorrer do estudo determinou-se qual o estado atual da logística interna da fábrica, com foco no processo de *order-picking*. Para realizar o estudo e atingir os objetivos, numa primeira fase, foi necessário acompanhar as diversas operações realizadas no armazém e recolher dados respetivos a: encomendas, artigos, fluxos, tempos das diferentes operações, distâncias percorridas, procedimentos e métodos utilizados. Para isso, foi necessário recorrer à observação direta e recolher informação a partir de documentos disponibilizados no sistema SAP.

No processo de *order-picking* foram várias as oportunidades de melhoria encontradas. Desde a lista pela qual o operador satisfazia os pedidos, a dificuldade do operador em identificar os artigos nos locais de armazenagem, a inexistência de um sistema de gestão de armazéns e as deslocações e distâncias efetuadas pelo operador. Propuseram-se diversas soluções para melhorar o seu funcionamento, sempre com o objetivo de eliminar os desperdícios encontrados, diminuir o tempo de recolha dos artigos e tornar o abastecimento à produção mais eficiente. Com a introdução de uma nova lista de *picking*, do método de *picking* por lote, método de armazenagem por classes, com um sistema de identificação das estantes e a aplicação de um WMS é possível aumentar a produtividade e a qualidade dos serviços e permite aos operadores ter mais disponibilidade para realizar outras atividades.

Através da realização da análise ABC, que teve como objetivo selecionar as referências de artigos que mais vezes surgiram em encomendas, é possível reorganizar a disposição do inventário e assim, reduzir o tempo de deslocação do operador e o tempo de recolha dos artigos para cerca de metade. A desvantagem de organizar os artigos por classes é que é necessário reorganizá-los periodicamente, de maneira a adaptarem-se à procura.

O processo de *order-picking* tem como finalidade abastecer a Produção da fábrica. Os artigos depois de serem recolhidos para os CO são entregues na Produção, onde permanecem até que sejam necessários na montagem do transformador. O diagnóstico realizado aos artigos na

Produção consistiu em: estudar as várias fases e os tempos de produção dos transformadores; verificar o tempo que um CO permanecia na Produção; verificar o material que sobrava e os custos que isso envolvia. Verificou-se que as encomendas eram feitas para todo o projeto. Como os transformadores são produzidos em diferentes datas, isso faz com que parte do material permaneça na Produção sem necessidade. Surgiu então a necessidade de criar soluções para o abastecimento da Produção. As soluções propostas foram: dividir os CO por subprocessos e por transformador; entregar os CO apenas nas datas de início dos subprocessos, ou seja, passam a ser geridos a partir do planeamento da produção; criar uma etiqueta de aviso que permita o controlo visual, assim os operadores sabem quando devem recolher os CO da área de Produção; por último, não incluir os artigos da expedição nos CO. Desta forma, reduz-se significativamente o tempo de permanência dos artigos na Produção, a sua quantidade, a probabilidade dos mesmos se danificarem e evita-se o investimento em material que depois não é utilizado. Possuir um abastecimento adequado permite uma maior organização da fábrica, maior aproveitamento do espaço, maior segurança e facilita o trabalho dos operadores nas linhas de montagem.

## **5.2. Sugestões para desenvolvimentos futuros**

Sugere-se para o desenvolvimento de trabalhos futuros os seguintes aspetos:

- Realizar um estudo para avaliar a viabilidade da implementação das propostas de melhoria, apresentadas na presente dissertação, em termos de custo-benefício.
- Tendo em conta que a Fábrica se encontrava em reestruturações aquando da conclusão da presente dissertação, o presente estudo poderá servir de guia para o que poderá ser feito.
- Desenvolver ou testar o modelo de estudo proposto à *Siemens* num outro contexto produtivo. A realização de estudos adicionais pode servir para investigar se os resultados deste modelo se confirmam para outros tipos de armazéns, com outros tipos de produtos e num sistema produtivo diferente.
- Realizar outros estudos que permitam fazer a ligação entre os diferentes métodos de auxílio ao *order-picking* e a gestão da informação de um armazém, por forma a ajudar na sua gestão, já que os estudos atuais são ainda diminutos.

## Referências bibliográficas

- A, Ramaa; Subramanya, K.N. & Rangaswamy, T.M. (2012). Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), 54(1), 14-20.
- Ackerman, Kenneth B. (1997). *Practical handbook of warehousing* (4th ed.). London: Chapman & Hall.
- Bidgoli, H. (2010). *The Handbook of Technology Management: Supply Chain Management, Marketing and Advertising, and Global Management*. Wiley.
- Dallari, Fabrizio; Marchet, Gino & Melacini, Marco. (2009). Design of order picking system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(1-2), 1-12. doi: 10.1007/s00170-008-1571-9
- Derickx, Kelly (2012). *A comparative study of different storage policies in warehouse management*. (Master of Science in de Toegepaste Economische Wetenschappen: Handelsingenieur), Universiteit Gent - Faculteit Economie en Bedrijfskunde.
- Dukic, G.; Cesnik, V. & Opetuk, T. (2010). Order-picking Methods and Technologies for Greener Warehousing. *Strojarstvo*, 52(1), 23-31.
- Frazelle, Edward. (2002). *World-class warehousing and material handling*. New York: McGraw-Hill.
- Grosfeld-Nir, Abraham; Ronen, Boaz & Kozlovsky, Nir. (2007). The Pareto managerial principle: when does it apply? *International Journal of Production Research*, 45(10), 2317-2325. doi: 10.1080/00207540600818203
- Gu, Jinxiang; Goetschalckx, Marc & McGinnis, Leon F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Henn, Sebastian; Koch, Sören & Wäscher, Gerhard (2011). Order batching in order picking warehouses: A survey of solution approaches. *Otto-von-Guericke University Magdeburg, Faculty of Economics and Management*, 1.
- Hicks, B.J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233-249. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>

- Jaca, Carmen; Santos, Javier; Errasti, Ander & Viles, Elisabeth. (2012). Lean thinking with improvement teams in retail distribution: a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3-4), 449-465. doi: 10.1080/14783363.2011.593907
- Koster, René de; Le-Duc, Tho & Roodbergen, Kees Jan. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Li, L. (2007). *Supply Chain Management: Concepts, Techniques and Practices Enhancing the Value Through Collaboration*: World Scientific Publishing Company Incorporated.
- Petersen, Charles G. & Aase, Gerald. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11-19. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>
- Pheng, Low Sui & Dung, Le Ha. (2007). Learning from Manufacturing: JIT and MRP in Built Environment Education *Centre for Education in the Built Environment*.
- Renko, Sanda & Ficko, Dejan. (2010). New logistics technologies in improving customer value in retailing service. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 17(3), 216-223. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2010.03.012>
- Ross, David Frederick. (2004). *Distribution, Planning and Control : Managing in the Era of Supply Chain Management*. Kluwer Academic Publishers.
- Ross, Graham (2013). Leankaizen Ltd. Retrieved May 31st, 2013, from <http://www.leankaizen.co.uk/spaghetti-diagram.html>
- Rushton, A.; Croucher, Phil & Baker, Peter. (2010). *Handbook of Logistics and Distribution Management* (4th ed.): Kogan Page.
- Sayer, N.J. & Williams, B. (2012). *Lean For Dummies* (2nd ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Taylor, G. Don. (2008). *Logistics engineering handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Tompkins, J.A. & Harmelink, Dale A. (1994). *The Distribution management handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Tompkins, J.A. & Smith, J.D. (1998). *The warehouse management handbook*: Tompkins Associates.
- Tompkins, J.A.; White, John A.; Bozer, Yavuz A. & Tanchoco, J. (2003). *Facilities planning* (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc.

- Torabi, S.A.; Hatefi, S.M. & Saleck Pay, B. (2012). ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria. *Computers & Industrial Engineering*, 63(2), 530-537. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2012.04.011>
- Womack, James P. & Jones, Daniel T. (2005). Lean Consumption. *Harvard Business Review*, 83(3), 58-68.
- Wright, Christopher & Lund, John. (2006). Variations on a lean theme: work restructuring in retail distribution. *New Technology, Work and Employment*, 21(1), 59-74. doi: 10.1111/j.1468-005X.2006.00163.x
- Yoon, Chang S. & Sharp, Gunter P. (1996). A structured procedure for analysis and design of order pick systems. *IIE Transactions*, 28(5), 379-389. doi: 10.1080/07408179608966285

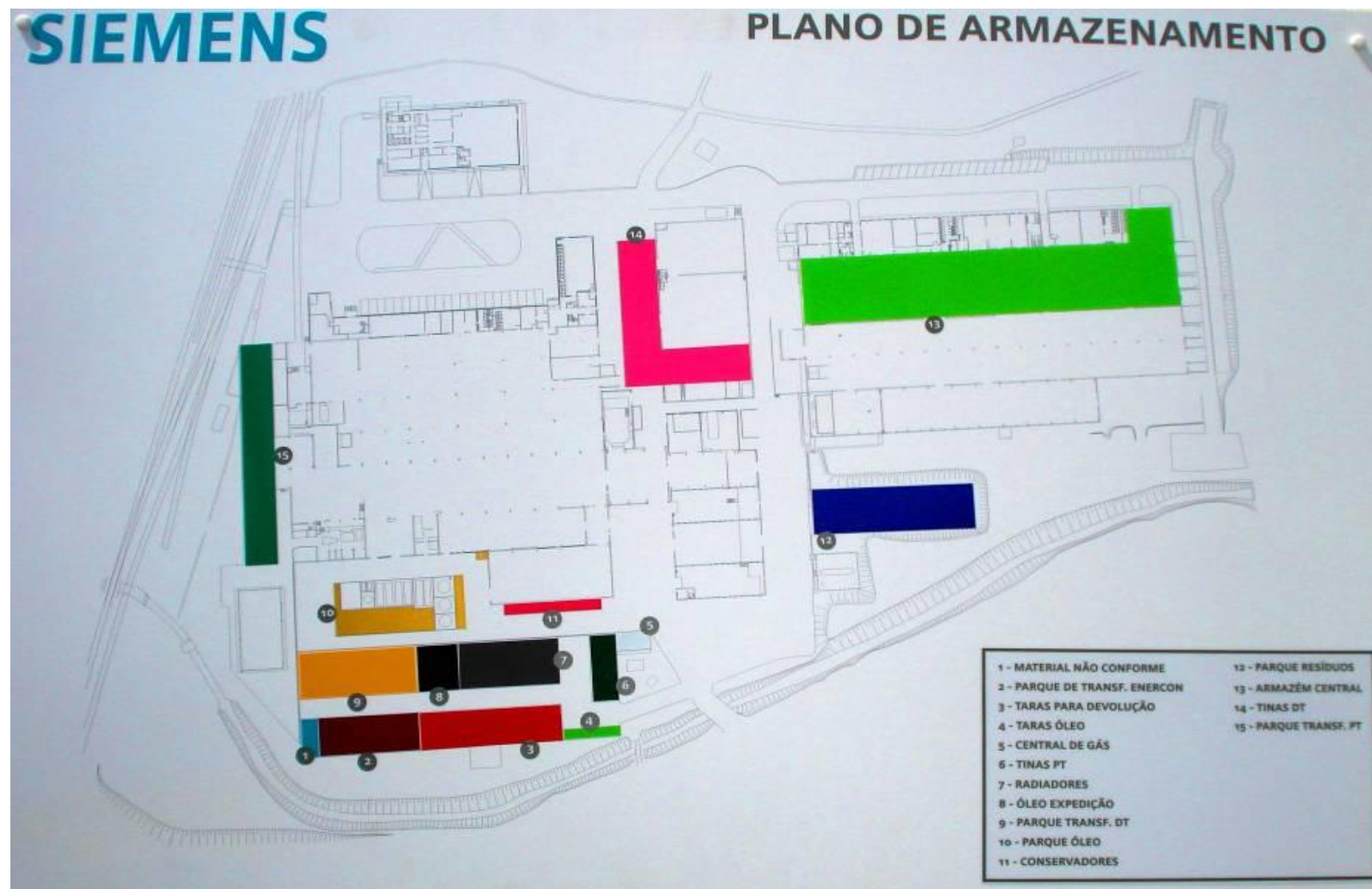


## **Anexos**





**Anexo A** - Layout geral da armazenagem na Fábrica do Sabugo.





# Anexo B - Lista técnica de um transformador LDT.

Ordem: 400000109858 /859/860  
 Tipo ordem: ZPMO  
 Centro: 0040  
 Material: PT4:80081246 LIGAÇÕES EXTERIORES MONTAGEM-9.002.304.6  
 Qtd.: 1 ST  
 Data-base do fim 08.06.2012

Item	Material	Texto breve material	Qtd.necess	UMB	Dep.	Data nec.
* 0051	PT4:09781113	PARAF 6KT-D 933-M 6X 12-A2.70	54	UN	SB18	06.06.2012
	PT4:09781113		54	UN		
0001	PT4:80001336	TERMINAL TUN 901289-S95-M12	12	UN	SB18	06.06.2012
0001	PT4:80001336	TERMINAL TUN 901289-S95-M12	12	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80001336		24	UN		
0001	PT4:80001370	TERMINAL-T901289-S 16-M12	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80001370		1	UN		
0085	PT4:80001701	TUBO-N905101- 8 X3 -HELIFLEX	0,240	M	SB11	06.06.2012
*	PT4:80001701		0,240	M		
0049	PT4:80005229	CAIXA LIGACOES -TERRA- SEG.N0008852-01	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80005229		1	UN		
0004	PT4:80006283	CABO LIG. TERRA-95MM2 COMPR.250MM VD/AM	6	UN	SB20	06.06.2012
0005	PT4:80006283	CABO LIG. TERRA-95MM2 COMPR.250MM VD/AM	6	UN	SB20	06.06.2012
*	PT4:80006283		12	UN		
0080	PT4:80006942	PARAF 6KT-D 933-M 4X 12-A2.70	16	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80006942		16	UN		
0050	PT4:80009337	CALHA N00 12 740- AF 2 (100X70X2000 )	2	M	SB18	05.06.2012
*	PT4:80009337		2	M		
0054	PT4:80009338	TAMPA N00 12 741- AF.2 (101X12.5X2000)	2	M	SB18	05.06.2012
*	PT4:80009338		2	M		
0005	PT4:80021331	AMORTECEDOR PHOENIX REFª 781080 - HART	4	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80021331		4	UN		
0009	PT4:80030419	CABO LIG. TERRA-16MM2 COMPR.250MM VD/AM	1	UN	SB20	06.06.2012
*	PT4:80030419		1	UN		
0009	PT4:80051993	NIV. ÓLEO MAGN.-MTO-STF160G-AF02-L=1155	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80051993		1	UN		
0055	PT4:80053431	CALHA N00 12 740- AF 3	10	M	SB18	05.06.2012
*	PT4:80053431		10	M		
56	PT4:80053433	TAMPA N00 12 741- AF.3	10	M	SB18	05.06.2012
*	PT4:80053433		10	M		
0003	PT4:80055626	TERMINAL-T901289-S 16-M8	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80055626		1	UN		
0039	PT4:80056436	CABO N2XCH - 4X4/4 - HD604-S1 - 0,6/1 KV	82	M	SB18	06.06.2012
*	PT4:80056436		82	M		
0036	PT4:80056437	CABO N2XCH - 2X4/4 - HD604-S1 - 0,6/1 KV	54	M	SB18	06.06.2012
*	PT4:80056437		54	M		
0034	PT4:80056891	PERN-D 938-M12x30-A2.70	6	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80056891		6	UN		
0038	PT4:80060167	CABO N2XCH - 4X2,5/2.5-HD604-S1-0,6/1 KV	32	M	SB18	06.06.2012
*	PT4:80060167		32	M		
0003	PT4:80061818	TERMOMETRO MESSKO MT-STW160F/4U/4m	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80061818		1	UN		
0006	PT4:80061821	MESSKO ZT-F2	3	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80061821		3	UN		
0004	PT4:80061872	MESSKO COMBI-WELL	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80061872		1	UN		
0005	PT4:80061966	IMAGEM TERMICA MESSKO MT-STW160F2/2U/4m	3	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80061966		3	UN		
0040	PT4:80066613	CABO N2XCH-7X2,5/2,5 - HD604-S1-0,6/1 KV	47	M	SB18	06.06.2012
*	PT4:80066613		47	M		
0046	PT4:80067878	ORING-DIN 3771-112X6-FMQ	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80067878		1	UN		
0066	PT4:80067968	ORING-DIN 3771 - 72X5 -FMQ	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80067968		1	UN		
0033	PT4:80067972	PLACA-SN53146-1-6X1000X2000-FMQ-TU-6	0,040	M2	SB18	06.06.2012
*	PT4:80067972		0,040	M2		
0071	PT4:80069334	MG> ACELERÔMETRO M00 42347	1	UN	SB20	06.06.2012
*	PT4:80069334		1	UN		
16	PT4:80069356	MG> ARM.LIG. C/ AMORT. M00 42344 Ex.02	1	UN	SB20	06.06.2012
*	PT4:80069356		1	UN		
0021	PT4:80069363	MG>LIG. TERRA C/ 1 CABO 95mm² M00 42352	6	UN	SB20	06.06.2012
*	PT4:80069363		6	UN		
0022	PT4:80069364	MG>LIG. TERRA C/ 2 CABOS 95mm² M80 07023	3	UN	SB20	06.06.2012
*	PT4:80069364		3	UN		
0081	PT4:80070889	CHAPA 3A-10228 - INOX	4	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80070889		4	UN		
0063	PT4:80075370	ORING-DIN 3771-130X8-FMQ	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80075370		1	UN		
0007	PT4:80078804	RELE BUCHHOLZ-DR80-EMB/09-26.-20.46-0236	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80078804		1	UN		
0008	PT4:80078805	VALVULA SOBREPR. MESSKO 685-12-11-V00-01	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80078805		1	UN		
0002	PT4:80082113	ARMARIO P/LIGAÇÕES EXT. - 9.002.304.6	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80082113		1	UN		
0165	PT4:80082208	MARCAÇÃO DE CABOS - 9.002.304.5	1	UN	SB18	06.06.2012
*	PT4:80082208		1	UN		
0003	PT4:80082327	CABO H07Z1-K-1x95-VD/AM - 450/750V	1.500	MM	SB18	06.06.2012
0003	PT4:80082327	CABO H07Z1-K-1x95-VD/AM - 450/750V	1.500	MM	SB18	06.06.2012
*	PT4:80082327		3.000	MM		





Anexo C - Gráfico de análise da atividade de *picking*.

Operações	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Armazenagem	Tempo (seg)	Local	Observações
Deslocar-se ao armário e recolher sacos para os artigos de parafusaria	●	→	□	D	▽	93	Armário	
Deslocar-se à estante L-13	○	→	□	D	▽	31	L-13	
Recolher material e colocar no CO	●	→	□	D	▽	33	CO	Duas Travessias
Ver lista técnica	○	→	■	D	▽	82		
Deslocar-se à área de receção de materiais	○	→	□	D	▽	50	Receção	Material já tinha chegado, mas ainda não estava armazenado
Procurar e verificar o material	●	→	□	D	▽	88		Peça fixação; Calço suspensão; Barras de fixação
Assinar uma guia	○	→	□	■	▽	154		
Deslocar-se ao CO (situado na área de comissionamento à obra)	○	→	□	D	▽	47	CO	
Deslocar-se à estante K-10	○	→	□	D	▽	37	K-10	
Recolher material	●	→	□	D	▽	101		Uma Ligação flexível; Procura outro artigo que não se encontrava em stock
Deslocar-se ao CO	○	→	□	D	▽	13	CO	
Deslocar-se à área de receção de materiais	○	→	□	D	▽	65	Receção	
Procurar e recolher o artigo pretendido e anotar na lista técnica	●	→	□	■	▽	149		Uma caixa de ligações; Faltava material (ligações)
Deslocar-se ao CO (situado na área de comissionamento à obra)	○	→	□	D	▽	88	CO	
Ver lista técnica	○	→	■	■	▽	75		
Deslocar-se à estante M-12	○	→	□	D	▽	36	M-12	
Ver a lista técnica e procurar o artigo	●	→	□	■	▽	71		O artigo não se encontrava em stock (comutador)
Deslocar-se para ir buscar o porta-paletes e dirigir-se à estante L-12	○	→	□	D	▽	43	L-12	
Procurar material	○	→	□	■	▽	86		Material não encontrado
Deslocar-se ao CO	○	→	□	D	▽	37	CO	
Recolher artigos, etiquetar e anotar na lista técnica	●	→	□	D	▽	86		Já sem o auxílio do porta-paletes recolhe Treze Bucins.
Procurar o artigo na parafusaria recolher e etiquetar	●	→	□	D	▽	104		Um Tampão
Recolher o artigo, contar e etiquetar	●	→	□	D	▽	147		56 Blocos terminais
Recolher o artigo	●	→	□	D	▽	25		Uma Placa contacto
Procurar, recolher e etiquetar o artigo	●	→	□	D	▽	72		Dois Terminais
Deslocar-se à 2ª estante da parafusaria	○	→	□	D	▽	26	Parafusaria	
Procurar e recolher o artigo	●	→	□	D	▽	29		Quatro Anilhas
Procurar o artigo	○	→	□	D	▽	87		O artigo não se encontrava em stock (Pernos)
Deslocar-se à estante L-12	○	→	□	D	▽	6	L-12	
Recolher os artigos	●	→	□	D	▽	8		Dois respiradores e duas anilhas
Deslocar-se ao CO	○	→	□	D	▽	6	CO	
Verificar o material que falta recolher	○	→	■	D	▽	54		
Deslocar-se à estante L-13 e recolher os artigos	●	→	□	D	▽	64	L-13	Três Chapas de informação
Deslocar-se ao CO	○	→	□	D	▽	19	CO	
Colocar o material recolhido em sacos e etiquetá-los	●	→	□	D	▽	185		



Anexo D - Análise ABC aos artigos da área de comissionamento.

Análise ABC							
Referência	Denominação	Encomendas	Frequência	Acumulado	% Artigo	Artigos acumulados	Classe
80055252	TORNEIRA D42568-15-N1003215-01	7	2,62%	2,62%	0,59%	0,59%	A
80001762	JUNTA-7DIN 42548- 52X60X2-PA6	7	2,62%	5,24%	0,59%	1,18%	
80000827	BUJAO ROSCADO DIN 908-M52X2-ST	7	2,62%	7,87%	0,59%	1,78%	
80055248	Passador-DN40-GG-N1003209-81	6	2,25%	10,11%	0,59%	2,37%	
80001371	CAIXA LIGACOES PARA TC SEG.N0008849-01	5	1,87%	11,99%	0,59%	2,96%	
80002375	EXSICADOR-D42562-L1	5	1,87%	13,86%	0,59%	3,55%	
80000375	SUPORTE-N905019	4	1,50%	15,36%	0,59%	4,14%	
80055250	PASSADOR-DN80-GG-N1003209-84	4	1,50%	16,85%	0,59%	4,73%	
80033310	Niv. Oleo Magn-Messko-30246	4	1,50%	18,35%	0,59%	5,33%	
80021331	AMORTECEDOR PHOENIX REF* 781080 - HART	3	1,12%	19,48%	0,59%	5,92%	
80070345	SUPORTE DE FIXACAO-05652078	3	1,12%	20,60%	0,59%	6,51%	
09988858	JUNTA-N931010-34X46X3-FA200	3	1,12%	21,72%	0,59%	7,10%	
14120695	EXSICADOR-D42567-A	3	1,12%	22,85%	0,59%	7,69%	
80007714	LIGADOR FEMEA C/ BICONE TUBO Ø6/R1/4"	3	1,12%	23,97%	0,59%	8,28%	
80002369	TERMOMETRO-N905057-AKM44612	3	1,12%	25,09%	0,59%	8,88%	
80002059	RELE BUCH-D42566-BG25-MAO	3	1,12%	26,22%	0,59%	9,47%	
04600128	SUPORTE LIG. - 4X25X400-AL99WH	3	1,12%	27,34%	0,59%	10,06%	
80000858	NIV.OLEO MAGN-XK2120-02 -625	3	1,12%	28,46%	0,59%	10,65%	
80001739	JUNTA PLANA NB 126/70X4	3	1,12%	29,59%	0,59%	11,24%	
09839812	TAMPAO ROSCADO-D42553-8-R 1 1/4	3	1,12%	30,71%	0,59%	11,83%	
80055626	TERMINAL-T901289-S 16-M8	3	1,12%	31,84%	0,59%	12,43%	
80073136	VALVULA SOBREPRESSÃO 2 CONTACTOS 50M	3	1,12%	32,96%	0,59%	13,02%	
80002374	RESERVATORIO-D42562-B2	3	1,12%	34,08%	0,59%	13,61%	
03272549	BLOCO TERM-03272549	2	0,75%	34,83%	0,59%	14,20%	
80002087	TRAVESS-AT-31172976-M400 T1/J	2	0,75%	35,58%	0,59%	14,79%	
80077979	COLAR-D42538-B-INOX	2	0,75%	36,33%	0,59%	15,38%	
02301869	JUNTA-02301869-N3150-NBR	2	0,75%	37,08%	0,59%	15,98%	
03201498	TRAV. EN50386-3150 TIPO 6 Completa	2	0,75%	37,83%	0,59%	16,57%	
31485543	BARRA DE FIXAÇÃO	2	0,75%	38,58%	0,59%	17,16%	
80055251	PASSADOR-DN25-BRONZE-N1003209-63	2	0,75%	39,33%	0,59%	17,75%	
80001380	Respirador-N905034-R	2	0,75%	40,07%	0,59%	18,34%	
80032248	PINO PARA RODA 25/35 TON	2	0,75%	40,82%	0,59%	18,93%	
80033724	RODA SL 250 COM EIXO - M80 67 116	2	0,75%	41,57%	0,59%	19,53%	
80036512	TRAV-DIN 42531 DT 10 NF 250 Completa	2	0,75%	42,32%	0,59%	20,12%	
80057001	RESPIRADOR/VAZAMENTO -M20	2	0,75%	43,07%	0,59%	20,71%	
80061819	Messko Thermowell	2	0,75%	43,82%	0,59%	21,30%	
80061821	MESSKO ZT-F2	2	0,75%	44,57%	0,59%	21,89%	
80061966	IMAGEM TERMICA MESSKO MT-STW160F2/2U/4m	2	0,75%	45,32%	0,59%	22,49%	
80001370	TERMINAL-T901289-S 16-M12	2	0,75%	46,07%	0,59%	23,08%	
31958416	SEPARADOR-ACRILICO TRANSPARENTE	2	0,75%	46,82%	0,59%	23,67%	
80007713	LIGADOR MACHO C/ BICONE TUBO Ø6/R1/8"	2	0,75%	47,57%	0,59%	24,26%	
03269453	CAIXA LIGACAO DE ACESSORIOS	2	0,75%	48,31%	0,59%	24,85%	
80060414	Chapa BR321 - M0034918-Ref110-FL16	2	0,75%	49,06%	0,59%	25,44%	
80061965	Termometro Messko MT-ST160F	2	0,75%	49,81%	0,59%	26,04%	
80050631	Rele Buchholz-Dr25	2	0,75%	50,56%	0,59%	26,63%	
80026383	Dispositivo Tom. De Gaz - ZG 1.2.	2	0,75%	51,31%	0,59%	27,22%	
80082960	TRAFO CORRENTE -15VA - 5P10 1000-500/1A	2	0,75%	52,06%	0,59%	27,81%	
80055065	NIV. OLEO MAGN. -MTO-STF160F/4U/6M	2	0,75%	52,81%	0,59%	28,40%	
80039977	VALVULA SOBREPRESSAO 1 CONTACTO	2	0,75%	53,56%	0,59%	28,99%	
80005229	CAIXA LIGAÇÕES -TERRA- SEG.N0008852-01	2	0,75%	54,31%	0,59%	29,59%	
80071669	TERMINAL TUN 901289-S35-M8	2	0,75%	55,06%	0,59%	30,18%	
80061818	TERMOMETRO MESSKO MT-ST160F/4U/4m	2	0,75%	55,81%	0,59%	30,77%	
80062008	RELE BUCHHOLZ-DR80-EMB/09-26.38.44.-0236	2	0,75%	56,55%	0,59%	31,36%	
31444524	Rodizio c/ Verdugo B200	1	0,37%	56,93%	0,59%	31,95%	
80083117	APOIO ISOL. P/ VENTILADOR ISA 30/30 M8	1	0,37%	57,30%	0,59%	32,54%	
80015970	LIGAÇÃO FLEXIVEL-Z0119204-150X550	1	0,37%	57,68%	0,59%	33,14%	
80000353	TERMINAL-D43675-DPM20	1	0,37%	58,05%	0,59%	33,73%	
31152440	TIRANTE-Z0800044-M16X 740	1	0,37%	58,43%	0,59%	34,32%	
80015969	Ligação Flexível-Z0119204-150X450	1	0,37%	58,80%	0,59%	34,91%	
80002097	Isolad. P/ Int. 10 Kv-Tipo A10N/375	1	0,37%	59,18%	0,59%	35,50%	
80015971	LIGAÇÃO FLEXIVEL-Z0119204-150X650	1	0,37%	59,55%	0,59%	36,09%	
80015968	LIGAÇÃO FLEXIVEL-Z0119204-150X400	1	0,37%	59,93%	0,59%	36,69%	
03222338	TRAV. EN50386-630 TIPO 3 COMPLETA	1	0,37%	60,30%	0,59%	37,28%	
80081700	RADIADOR EN50216-6-FG-19/30-14/14-c	1	0,37%	60,67%	0,59%	37,87%	
30050249	TIRANTE-Z0800044-M16X 990	1	0,37%	61,05%	0,59%	38,46%	
80072309	APOIO ANTI-VIBRAÇÃO DRD170	1	0,37%	61,42%	0,59%	39,05%	
80069828	TRAV. MOV.ELAST M400LR/G-27-150(K)M-11-2	1	0,37%	61,80%	0,59%	39,64%	
80002097	ISOLAD.P/INT.10KV-TIPO A10N/375	1	0,37%	62,17%	0,59%	40,24%	
80002099	ISOLAD.P/INT.20KV-TIPO CA20S H=175MM	1	0,37%	62,55%	0,59%	40,83%	
80071172	PERNO-M51 02550/01 M12 A=1670-X5CRN11810	1	0,37%	62,92%	0,59%	41,42%	
80083085	PERNO-M51 02550/01 M12 A=875 X5CRN11810	1	0,37%	63,30%	0,59%	42,01%	

**Anexo D (continuação) - Análise ABC aos artigos da área de comissionamento.**

80083113	RADIADOR EN 50216-6 -FG-9/17-8/-c	1	0,37%	63,67%	0,59%	42,60%
03206315	TRAV-DIN 42531 DT 30 NF 250 COMPLETA	1	0,37%	64,04%	0,59%	43,20%
80002111	TRAVESSA-AT-D42539-DT3N/250	1	0,37%	64,42%	0,59%	43,79%
80077927	RTD-Pt100	1	0,37%	64,79%	0,59%	44,38%
80083190	RADIADOR EN 50216-6 -FG-10/22-8/8-c	1	0,37%	65,17%	0,59%	44,97%
80083190	RADIADOR EN 50216-6 -FG-10/22-8/8-c	1	0,37%	65,54%	0,59%	45,56%
80081184	TRAV-D42533-DT10NF3150/4A-9377 (A=195)	1	0,37%	65,92%	0,59%	46,15%
80025819	ISOLAD.P/INT.IPA 24KV 4000N - 24225	1	0,37%	66,29%	0,59%	46,75%
80015967	Ligação Flexível-Z0119204-150X350	1	0,37%	66,67%	0,59%	47,34%
80072309	APOIO ANTI-VIBRAÇÃO DRD170	1	0,37%	67,04%	0,59%	47,93%
80001357	LIGADOR-Z01116516	1	0,37%	67,42%	0,59%	48,52%
31852692	SUSPENSAO Z0119502 -L65*50*5*350	1	0,37%	67,79%	0,59%	49,11%
30586275	SUSPENSAO-20	1	0,37%	68,16%	0,59%	49,70%
80075576	TIRANTE-Z0800184-M12X1410-200	1	0,37%	68,54%	0,59%	50,30%
80000384	RODIZIO COMPL-265844499-250-PLA	1	0,37%	68,91%	0,59%	50,89%
80084001	VENTILADOR -2CT2444	1	0,37%	69,29%	0,59%	51,48%
80015940	TERMINAL-D46235-12 -50	1	0,37%	69,66%	0,59%	52,07%
80036082	RODA FL 250 COM EIXO - M80 67 119	1	0,37%	70,04%	0,59%	52,66%
80066676	PASSADOR-DN40-BRONZE-N1003209-64	1	0,37%	70,41%	0,59%	53,25%
80082827	TRAVESSIA-COT325 -800 L4=300	1	0,37%	70,79%	0,59%	53,85%
80082981	TRAVESSIA-EN50180-24 KV/3150A-P3	1	0,37%	71,16%	0,59%	54,44%
80083167	TRAFO CORRENTE-15VA-5P20-1400-700/1A	1	0,37%	71,54%	0,59%	55,03%
80083166	TRAFO CORRENTE-15VA-0.2Fs5-1400-700/1A	1	0,37%	71,91%	0,59%	55,62%
80083103	TERMINAL ADPTAÇÃO TRAV. 3150A	1	0,37%	72,28%	0,59%	56,21%
80083105	LIG.AMOVIVEL APARAFUSADA M10-8.008.310.5	1	0,37%	72,66%	0,59%	56,80%
80036548	PLACA ISOLANTE P/ RODA SL 250 C/ EIXO	1	0,37%	73,03%	0,59%	57,40%
80062505	Barra de Fixação	1	0,37%	73,41%	0,59%	57,99%
80032668	TRAV-EN50180 24-250/P2 TIPO 2 COMPLETA	1	0,37%	73,78%	0,59%	58,58%
80002097	ISOLAD.P/INT.10KV-TIPO A10N/375	1	0,37%	74,16%	0,59%	59,17%
80074654	Passador-DN50-GG-N1003209-82	1	0,37%	74,53%	0,59%	59,76%
80002098	ISOLAD.P/INT.30KV-TIPO CA30N H=300MM	1	0,37%	74,91%	0,59%	60,36%
80060859	PEÇA LIGAÇÃO SEG. N10 23000-AF.01	1	0,37%	75,28%	0,59%	60,95%
80001335	TERMINAL-D46235- 8 -16	1	0,37%	75,66%	0,59%	61,54%
80083163	TRAFO CORRENTE-15VA-0.5Fs5-300-150/1A	1	0,37%	76,03%	0,59%	62,13%
80083165	TRAFO CORRENTE-15VA-5P20-300-150/1A	1	0,37%	76,40%	0,59%	62,72%
80083114	LIG. AMOVIVEL - D10;(2x)M8;BC70	1	0,37%	76,78%	0,59%	63,31%
80026018	TRAVESSIA-COT325 -800-L4=300	1	0,37%	77,15%	0,59%	63,91%
30041255	SUSPENSAO	1	0,37%	77,53%	0,59%	64,50%
80002132	RELE PROTECCAO INTEGRAL-DGPT2	1	0,37%	77,90%	0,59%	65,09%
05758461	COMT-HR711355 -30/ 63/5-P.	1	0,37%	78,28%	0,59%	65,68%
80069827	COMPLETE CORE (WOOD CLAMPS) 250 KVA.	1	0,37%	78,65%	0,59%	66,27%
05758461	COMT-HR711355 -30/ 63/5-P.	1	0,37%	79,03%	0,59%	66,86%
80001365	TERMINAL-D46235-12 -25	1	0,37%	79,40%	0,59%	67,46%
80039597	SUSPENSAO Z0119502 -340-290-130	1	0,37%	79,78%	0,59%	68,05%
09995366	ANILH MOL-D 137-B13-MECH.A4G	1	0,37%	80,15%	0,59%	68,64%
80001341	TERMINAL-T901289-S 10-M12	1	0,37%	80,52%	0,59%	69,23%
80083978	HASTE P/ TRAV. DIN -M00 34695	1	0,37%	80,90%	0,59%	69,82%
80062610	TERMOSTATO-TWM7284-(0-120_2U)	1	0,37%	81,27%	0,59%	70,41%
80083104	LIG.AMOVIVEL APARAFUSADA M12-8.008.310.4	1	0,37%	81,65%	0,59%	71,01%
80078004	TERMINAL-T901289-S300-M12	1	0,37%	82,02%	0,59%	71,60%
80074656	PASSADOR-DN80-GS-N1003209-34	1	0,37%	82,40%	0,59%	72,19%
80065472	Bucim c/ porca M25X1,5 - LHSK-INOX-M	1	0,37%	82,77%	0,59%	72,78%
80002223	COMT-HM-28.43.895-20/120-5P-GB	1	0,37%	83,15%	0,59%	73,37%
80082976	ARMARIO P/ LIG. EXTERIORES	1	0,37%	83,52%	0,59%	73,96%
14217525	VALV.3 VIAS-DIN42544-B25-Direita	1	0,37%	83,90%	0,59%	74,56%
80072058	TRANSF.CORR.-EXT-30VA-5P20-300/5A	1	0,37%	84,27%	0,59%	75,15%
80017508	COMT-HR721355- -36/ 63/5-E.	1	0,37%	84,64%	0,59%	75,74%
80084379	ARMARIO P/LIGAÇÕES EXT.	1	0,37%	85,02%	0,59%	76,33%
80002371	TERMOMETRO-XK0011	1	0,37%	85,39%	0,59%	76,92%
80062521	CAIXA LIGACAO DE ACESSORIOS	1	0,37%	85,77%	0,59%	77,51%
80082430	COMT-HR 7B1255 - -23/ 63/5POS	1	0,37%	86,14%	0,59%	78,11%
80083090	CHAPA CIRC. DE ÓLEO - 9.002.329.3/4/5/6	1	0,37%	86,52%	0,59%	78,70%
80082979	ARMARIO P/ LIG. EXTERIORES -9.002.329.6	1	0,37%	86,89%	0,59%	79,29%
80065472	BUCIM C/PORCA M25X1,5 -LHSK-INOX-M	1	0,37%	87,27%	0,59%	79,88%
80083051	CHAPA MARCA -SN66355-G76-B-Gew	1	0,37%	87,64%	0,59%	80,47%
80002283	COMT-FII-27231-20KV-160A-5P-GB.	1	0,37%	88,01%	0,59%	81,07%
80070529	TRAFO CORRENTE - 15VA - CL.3 - 420/2A	1	0,37%	88,39%	0,59%	81,66%
80085204	KIT COBRE BT SEG. DES. M04 44594	1	0,37%	88,76%	0,59%	82,25%
80083873	ARMARIO P/LIGAÇÕES ext	1	0,37%	89,14%	0,59%	82,84%
80065551	RELE BUCHHOLZ-DR50	1	0,37%	89,51%	0,59%	83,43%
80076135	TERMOMETRO MESSKO MT-ST160F/4U/6M-PR.CAP	1	0,37%	89,89%	0,59%	84,02%

B



**Anexo D (continuação) - Análise ABC aos artigos da área de comissionamento.**

80076137	IM. TERMICA MESSKO MT-STW160F2	1	0,37%	90,26%	0,59%	84,62%
80083694	TRAFO CORRENTE -20VA - 5P20 -200/5A	1	0,37%	90,64%	0,59%	85,21%
80083693	TRANSF. CORR. -INT-15VA-CL3-355/2A	1	0,37%	91,01%	0,59%	85,80%
80072384	GUMMISAK SEG.N00 04 252TEIL1-DM630X1200	1	0,37%	91,39%	0,59%	86,39%
80078958	CHAPA DE CARACTERISTICAS	1	0,37%	91,76%	0,59%	86,98%
80082113	ARMARIO P/LIGAÇÕES EXT. - 9.002.304.6	1	0,37%	92,13%	0,59%	87,57%
80061872	MESSKO COMBI-WELL	1	0,37%	92,51%	0,59%	88,17%
80078804	RELE BUCHHOLZ-DR80-EMB/09-26 -20.46-0236	1	0,37%	92,88%	0,59%	88,76%
80078805	VALVULA SOBREPR. MESSKO 685-12-11-V00-01	1	0,37%	93,26%	0,59%	89,35%
80051993	NIV. ÓLEO MAGN.-MTO-STF160G-AF02-L=1155	1	0,37%	93,63%	0,59%	89,94%
80075370	ORING-DIN 3771-130X8-FMQ	1	0,37%	94,01%	0,59%	90,53%
80067968	ORING-DIN 3771 - 72X5 -FMQ	1	0,37%	94,38%	0,59%	91,12%
80082208	MARCAÇÃO DE CABOS - 9.002.304.5	1	0,37%	94,76%	0,59%	91,72%
80052761	ANILHA ISOLANTE Ø80X15 HGV2372 DIN 7735	1	0,37%	95,13%	0,59%	92,31%
80081653	CALDEIRARIA CX.FIM CABO - 9.002.304.6	1	0,37%	95,51%	0,59%	92,90%
80083015	PASSADOR-DN125-GS-N1003209-42	1	0,37%	95,88%	0,59%	93,49%
80083003	ARMARIO P/LIGAÇÕES EXT. - 9.002.325.6	1	0,37%	96,25%	0,59%	94,08%
80061815	TERMOMETRO-MT-ST160SK/2U/4m	1	0,37%	96,63%	0,59%	94,67%
80077364	IM.TERMICA MESSKO MT-ST160WR/2U/4m	1	0,37%	97,00%	0,59%	95,27%
80002057	DISP.TOM.DE GAZ 1RDPG00006 R-3120 COMEM	1	0,37%	97,38%	0,59%	95,86%
80032007	VÁLVULA DE RETENÇÃO COMEM RDR-MKII DN80	1	0,37%	97,75%	0,59%	96,45%
80083164	TRAFO CORRENTE-15VA-CL.3-235/2A	1	0,37%	98,13%	0,59%	97,04%
80074655	PASSADOR-DN50-GS-N1003209-32	1	0,37%	98,50%	0,59%	97,63%
80085268	ARMARIO P/LIGAÇÕES EXT. - 9.002.363.1	1	0,37%	98,88%	0,59%	98,22%
80081844	MESSKO ZT-F2 Rev.1	1	0,37%	99,25%	0,59%	98,82%
80085331	TRAFO CORRENTE-20VA-CL.3-245/2A	1	0,37%	99,63%	0,59%	99,41%
80035943	GUMMISAKSEG.N00 04252TEIL06-D800X2300	1	0,37%	100,00%	0,59%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>169 artigos</b>	<b>267</b>				



**Anexo E** - Custo estimado das sobras da fase de pré-montagem.

Referência	Quantidade	Custo (conhecido)	Custo (abaixo)	Custo (acima)
80000677	2500		2.015,63 €	2.015,63 €
09995697	65		52,41 €	52,41 €
80000648	34		27,41 €	27,41 €
80071547	10		8,06 €	8,06 €
8000647	16		12,90 €	12,90 €
09939919	112	90,30 €	90,30 €	90,30 €
80000640	80		64,50 €	64,50 €
80011507	32		25,80 €	25,80 €
80011506	64		51,60 €	51,60 €
80005100	20		16,13 €	16,13 €
80061616	10		3,40 €	7,50 €
8001617	8		2,72 €	6,00 €
31918691	4		1,36 €	3,00 €
80003532	48		7,28 €	90,72 €
80025749	64		9,71 €	120,96 €
80003552	96		14,56 €	181,44 €
80026301	48		7,28 €	90,72 €
80044237	4		1,50 €	52,00 €
80001731	2		1,50 €	26,00 €
80033791	12		1,50 €	156,00 €
80036665	1		1,50 €	13,00 €
80014238	4	1,50 €	1,50 €	1,50 €
80080165	24		2,34 €	281,76 €
80079550	650		63,38 €	7.631,00 €
80076733	332	52,01 €	52,01 €	52,01 €
09836370	6		0,59 €	70,44 €
80075025	37	1,94 €	1,94 €	1,94 €
80078044	9		0,88 €	105,66 €
80069180	85	15,30 €	15,30 €	15,30 €
09764887	22	1,98 €	1,98 €	1,98 €
80069332	14		1,37 €	164,36 €
80075098	26	9,27 €	9,27 €	9,27 €
80075097	60	22,60 €	22,60 €	22,60 €
09939729	6	0,59 €	0,59 €	0,59 €
8000562	4		0,39 €	46,96 €
80071801	64		6,24 €	751,36 €
80081515	19		1,85 €	223,06 €
80076039	14		1,37 €	164,36 €

**Anexo E (continuação) - Custo estimado das sobras da fase de pré-montagem.**

80000562	19	223,06 €	223,06 €	223,06 €
80071813	24		2,34 €	281,76 €
80000590	3		0,29 €	35,22 €
8000541	12		1,17 €	140,88 €
28798623	4	0,14 €	0,14 €	0,14 €
8000571	100		9,75 €	1.174,00 €
80000578	96		9,36 €	1.127,04 €
09781113	12		1,17 €	140,88 €
80000597	16		1,56 €	187,84 €
80000571	72		7,02 €	845,28 €
80000585	32		3,12 €	375,68 €
80000541	4	0,41 €	0,41 €	0,41 €
09992819	6		0,59 €	70,44 €
80032248	22	167,20 €	167,20 €	167,20 €
80061907	36		27,00 €	50,40 €
80000607	18	13,74 €	13,74 €	13,74 €
80056889	24		18,32 €	41,88 €
80056898	32		24,43 €	55,84 €
80056890	32	30,97 €	30,97 €	30,97 €
80032300	20		15,27 €	34,90 €
30050223	33		25,19 €	57,59 €
80034520	12		9,16 €	20,94 €
80056891	24	41,88 €	41,88 €	41,88 €
80000771	113		86,26 €	197,19 €
80056891	18		13,74 €	31,41 €
80057006	16		12,21 €	27,92 €
80015940	3	2,54 €	2,54 €	2,54 €
80000062	1		0,85 €	0,85 €
80064494	1		0,85 €	0,85 €
80033727	6	5,10 €	5,10 €	5,10 €
80005179	20	264,20 €	265,20 €	266,20 €
<b>Total</b>		<b>944,73 €</b>	<b>3.620,49 €</b>	<b>18.306,23 €</b>
<b>Média</b>			<b>10.963,36 €</b>	

**Anexo F** - Custo estimado dos artigos para expedição, na fase de montagem.

Expedição		
Referência	Quantidade	Custo
80083601	1	1.400 €
80002375	4	410 €
80002374	3	127 €
80007713	2	2 €
80007714	2	5 €
Desconhecida	9	923 €
Total	21	2.867 €